

Análise de Desempenho em Terminais de Contentores Portuários

Pedro Carvalho Monteiro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia e Gestão Industrial

Orientadores: Prof.^a Maria Isabel Craveiro Pedro
Prof. Rui Domingos Ribeiro da Cunha Marques

Júri

Presidente: Prof. José Rui de Matos Figueira
Orientadora: Prof.^a Maria Isabel Craveiro Pedro
Vogal: Prof. Carlos Manuel Ferreira Monteiro

Novembro de 2015

RESUMO

O transporte marítimo apresenta uma enorme importância para a economia moderna global, logo uma abordagem de avaliação da eficiência no fluxo de carga deve ser estudada e introduzida, começando nos portos. Este documento serve como apoio a uma análise de *benchmarking* de eficiência e desempenho de 54 portos de terminais de contentores, distribuídos por 23 países da Europa para o ano de 2013. A eficiência de um porto é um elemento crítico para a sua competitividade no mercado internacional. Entre outros métodos, o *Data Envelopment Analysis* (DEA) foi o selecionado. A abordagem utilizada conta com quatro *inputs* (total de pórticos de cais, área do terminal, comprimento do cais e os custos operacionais) e um *output* (movimentação de contentores em TEUs). O resultado final avalia três portos considerados eficientes no modelo DEA_{CCR} e catorze na DEA_{BCC} . A dimensão e os rendimentos de escala dos portos, a identificação dos portos de referência e a avaliação das folgas das variáveis são detalhadamente analisados. Por fim, conclui-se que a eficiência de um porto está, normalmente, relacionada com as regiões da Europa Ocidental e Europa Meridional e com o facto de um porto se focar apenas na movimentação de contentores.

Palavras-chave: *Data Envelopment Analysis* (DEA), Europa, Portos, *Benchmarking*, Eficiência

ABSTRACT

Sea transport offers a significant importance for the global modern economy, so an evaluation approach to ensure efficiency in the cargo flow should be studied and introduced, starting with sea ports. This paper serves as support for an efficiency and performance benchmarking analysis of 54 container terminals ports, distributed across 23 European countries, for the year 2013. The operating efficiency of a seaport is the critical element for its attractiveness in the international market. Among other methods, the Data Envelopment Analysis (DEA) was selected. The approach adopted has four inputs (quay cranes, terminal area, quay length and operational expenses) and an output (container throughput in TEUs). The final result evaluates three ports as efficient in DEA_{CCR} model and fourteen in DEA_{BCC} model. The size and returns to scale of the ports, the identification of reference ports and the evaluation of variables slacks are analyzed in detail. Finally, it is concluded that the efficiency of a port is usually related to the regions of Western and Southern Europe and to its capacity that a port focuses only on containers movement.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA), Europe, Seaports, Benchmarking, Efficiency

AGRADECIMENTOS

Ao longo do meu Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial muitas foram as pessoas, diretamente e indiretamente, que me ajudaram e motivaram a cumprir os meus objetivos e a concluir mais uma etapa da minha formação académica. Deste modo, reservo este capítulo a todos aqueles que sempre me apoiaram, com um sentido e profundo sentimento de reconhecido agradecimento. A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos, sem os quais tornaria a realização deste trabalho bastante mais complicada.

Um especial agradecimento eterno à minha família e namorada. Apoiaram-me sempre, incondicionalmente, ajudando na tomada de decisão relativamente ao que seria melhor para a minha formação.

Outro agradecimento, também muito especial, aos meus orientadores, ao Professor Rui Cunha Marques e à Professora Isabel Pedro, pela orientação, disponibilidade, atenção, profissionalismo e dedicação. A colaboração ao longo da realização deste trabalho, assim como múltiplas opiniões e críticas recebidas, foram essenciais na medida em que me obrigaram sempre a melhorar, desenvolver e aperfeiçoar o estudo.

Por fim, agradeço aos meus amigos mais próximos, colegas de mestrado e professores os momentos de entusiasmo partilhados em conjunto e o facto de me terem ensinado a lidar com momentos de pressão e fazer crescer pessoalmente para uma nova etapa, bastante importante, que se avizinha.

ÍNDICE

Resumo	i
Abstract	ii
Agradecimentos	iii
Índice	iv
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	ix
Lista de Abreviaturas e Acrónimos	xi
Capítulo 1 Introdução	1
1.1. Contextualização do problema e motivação	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Metodologia	4
1.4. Estrutura	5
Capítulo 2 Análise do Sector Portuário	7
2.1. História e caracterização da atividade portuária	7
2.2. Visão geral entre transporte e logística de contentores	9
2.3. Diversificação e a especialização do transporte marítimo	11
2.4. Terminais portuários	12
2.5. Desenvolvimento de regiões com base nos portos	14
2.6. Administração de um porto e as suas atividades	15
2.7. Desempenho de um porto - Indicadores	15
2.8. Modelos de administração de um porto	16
2.9. Experiência Europeia	17
2.9.1. <i>Portugal Continental</i>	17
2.9.2. <i>Reino Unido</i>	21
2.9.3. <i>Países Baixos</i>	23
2.9.4. <i>Espanha</i>	24
2.9.5. <i>Alemanha</i>	25
Capítulo 3 Revisão de Literatura	27
Capítulo 4 Metodologia de Investigação	37
4.1. Introdução	37
4.2. Metodologia DEA	40

Capítulo 5	Caso de Estudo.....	43
5.1.	Introdução.....	43
5.2.	Amostra e descrição dos dados.....	43
5.3.	Definição de Variáveis.....	44
5.3.1.	<i>Variável dependente (Output)</i>	47
5.3.2.	<i>Variáveis independentes (Inputs)</i>	48
5.3.3.	<i>Identificação dos grupos para comparação de eficiência</i>	51
5.4.	Especificação do modelo.....	52
5.5.	Análise e resultados empíricos.....	52
5.5.1.	<i>Descrição dos resultados</i>	53
5.5.2.	<i>Análise de resultados em função da dimensão</i>	54
5.5.3.	<i>Análise de resultados em função da economia de escala</i>	56
5.5.4.	<i>Análise dos portos de referência</i>	57
5.5.5.	<i>Análise de slacks</i>	58
5.5.6.	<i>Comparação do nível de eficiência entre grupos de portos</i>	60
Capítulo 6	Conclusão.....	66
6.1.	Síntese conclusiva.....	66
6.2.	Limitações.....	69
6.3.	Trabalhos futuros.....	69
	Bibliografia.....	71
	Anexos.....	76
	Anexo I – Tipos e tamanhos dos contentores.....	76
	<i>Caracterização por tamanho</i>	76
	<i>Caracterização por carga</i>	76
	Anexo II – Diferentes modos de transporte.....	78
	Anexo III – Processos dos subsistemas num terminal.....	79
	Anexo IV – Equipamentos num terminal.....	80
	Anexo V – Indicadores de desempenho.....	81
	Anexo VI – Ranking 50 portos internacionais por dimensão e autoridade portuária (2013).....	82
	Anexo VII – Contratos de concessão em Portugal.....	84
	Anexo VIII – Variáveis incorporadas no modelo (<i>Inputs e Output</i>).....	85
	Anexo IX – Variáveis externas ao modelo.....	87
	Anexo X – Resultado de eficiência <i>DEA</i>.....	89
	Anexo XI – <i>Slacks</i> DEA_{CCR}.....	91
	Anexo XII – <i>Slacks</i> DEA_{BCC}.....	93

Anexo XIII - *Efficient targets* para o modelo DEA_{BCC} (orientação *output*).....95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Abordagem do problema	5
Figura 2 - Organização da estrutura da dissertação.....	6
Figura 3 - Top 20 portos, movimentação de contentores, diferença entre os anos de 2002 e 2011 (Adaptado de Containerisation International Yearbook, 2003)	8
Figura 4 - Ciclo do fluxo de contentores (Adaptado de Kemme, 2013).....	10
Figura 5 - Evolução da carga transportada por via marítima no mundo; em milhões de toneladas transportadas (UNCTAD, 2013).....	11
Figura 6 - Processo no terminal de contentores (Saanen, 2004).....	12
Figura 7 - Esquema geral dos processos de um terminal (Kemme, 2013).....	13
Figura 8 - Carga movimentada no sistema portuário do Reino Unido em 2013 (Eurostat).....	22
Figura 9 - Carga movimentada no sistema portuário de Países Baixos em 2013 (Eurostat)	24
Figura 10 - Carga movimentada no sistema portuário de Espanha em 2013 (Eurostat)	25
Figura 11 - Carga movimentada no sistema portuário da Alemanha em 2013 (Eurostat)	26
Figura 12 - Processo de produção - DMU.....	37
Figura 13 - Exemplo de rendimentos de escala variável e constante (Coelli, 1996).....	38
Figura 14 - Eficiência técnica e de afetação (Carvalho e Marques, 2007)	39
Figura 15 - Eficiência técnica pura e de escala (Carvalho e Marques, 2007)	40
Figura 16 - Exemplo de fronteira de produção dos modelos DEA_{CCR} (a) e DEA_{BCC} (b) (Kim e Harris, 2008)	41
Figura 17 - Localização dos 54 portos Europeus da amostra selecionada.....	44
Figura 18 - Análise de resultados em função da movimentação de contentores [TEU]	55
Figura 19 - Análise de resultados em função da economia de escala.....	56
Figura 20 - Análise de resultados (DEA_{CCR}) em função das regiões da Europa.....	61
Figura 21 - Análise de resultados (DEA_{BCC}) em função das regiões da Europa.....	61

Figura 22 - Análise de resultados (DEA _{CCR}) em função do tipo de mercadoria movimentada num porto	63
Figura 23 - Análise de resultados (DEA _{BCC}) em função do tipo de mercadoria movimentada num porto	63
Figura 24 - Análise de resultados (DEA _{CCR}) em função do modelo de administração de um porto	64
Figura 25 - Análise de resultados (DEA _{BCC}) em função do modelo de administração de um porto	65
Figura 26 - Esquema de um pórtico de cais (Kemme, 2013).....	80
Figura 27 - Tipos de veículos (Kemme, 2013)	80
Figura 28 - Tipos equipamento para armazenamento (Kemme, 2013)	80

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos comuns de administração e gestão de um porto (The World Bank, 2007).	16
Tabela 2 - Movimentação por tipo de carga dos portos marítimos portugueses entre 2009 e 2013, Unidades: Toneladas	20
Tabela 3 - Movimentação por tipo de carga nos portos principais portugueses em 2013, Unidades: toneladas	21
Tabela 4 - Aplicação da metodologia DEA na análise da eficiência de operação nos portos	35
Tabela 5 - Variáveis utilizadas na revisão de literatura.....	46
Tabela 6 - Variáveis utilizadas no estudo	46
Tabela 7 - Estatística descritiva das variáveis incorporadas no modelo – ano de 2013	50
Tabela 8 - <i>Ranking</i> dos portos para cada variável incorporada no modelo.....	51
Tabela 9 - Características dos grupos de portos	51
Tabela 10 - Estatística descritiva do resultado da eficiência.....	54
Tabela 11 - Resumo do resultado do número de portos eficientes através dos modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC}	55
Tabela 12 - Análise de dimensão de um porto em função de rendimentos de escala	57
Tabela 13 - Portos de referência para a DEA_{CCR}	58
Tabela 14 - Portos de referência para a DEA_{BCC}	58
Tabela 15 - Resumo: <i>slacks</i> no modelo DEA_{CCR}	59
Tabela 16 - Resumo: <i>slacks</i> no modelo DEA_{BCC}	59
Tabela 17 - Resumo de agrupamento de DMUs por região.....	62
Tabela 18 - Resumo do agrupamento de DMUs por tipo de mercadoria movimentada	64
Tabela 19 - Resumo do agrupamento de DMUs por modelo de administração	65
Tabela 20 - Tamanho contentores	76
Tabela 21 - Tipos de contentores.....	77
Tabela 22 - Diferentes modos de transporte	78
Tabela 23 - Esquema dos subsistemas das principais operações num porto	79

Tabela 24 - Equipamentos num terminal.....	80
Tabela 25 - Exemplo de indicadores de desempenho	81
Tabela 26 - Top 50 portos internacionais 2013.....	82
Tabela 27 - Identificação das concessões no sector dos portos (UTAP, 2014)	84
Tabela 28 - Descrição das variáveis incorporadas no modelo	85
Tabela 29 - Características das variáveis externas ao modelo – ano de 2013	87
Tabela 30 - Resultado do modelo aplicado	89
Tabela 31 - Análise de <i>slacks</i> DEA_{CCR}	91
Tabela 32 - Análise <i>slacks</i> DEA_{BCC}	93
Tabela 33 - <i>Efficient targets</i> para o modelo DEA_{BCC}	95

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

AMT (Autoridade da Mobilidade e dos Transportes)

AP (Autoridade Portuária)

APP (Associação dos Portos de Portugal)

BOT (*Build, Operate and Transfer*)

CAPEX (*Capital Expenses*)

CFS (*Container Freight Station*)

CRS (*Constant Returns to Scale*)

DEA (*Data Envelopment Analysis*)

DMU (*Decision Making Units*)

DRS (*Decreasing Returns to Scale*)

FDH (*Free Disposal Hull*)

GDP (*Gross Domestic Product*)

HPA (*Hamburg Port Authority*)

IMT (Instituto da Mobilidade e dos Transportes)

IPTM (Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos)

IRS (*Increasing Returns to Scale*)

OPEX (*Operational Expenses*)

PPP (*Purchasing Power Parities*)

QC (*Quay Crane*)

RMG (*Rail Mounted Gantry*)

Ro-Ro (*Roll-on / Roll-off*)

RPM (*Radiation Portal Monitors*)

RTG (*Rubber Tyred Gantry*)

SFA (*Stochastic Frontier Analysis*)

TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*)

Capítulo 1 INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização do problema e motivação

O transporte marítimo apresenta uma enorme importância para a economia moderna global. A União Europeia, segundo Oliveira (2015), continua a ser o maior bloco comercial do mundo. Para essa realidade, mais de 80% dos países que a integram, ao importar ou exportar, usam o transporte marítimo. O autor afirma também a importância de que os portos são alvo e refere a enorme preocupação de os ligar, de modo adequado, às redes de transporte terrestre que assegurem o escoamento ou a drenagem da carga por eles transportada. O mesmo autor reforça ainda que uma nova abordagem, para além, da lógica nacional deveria ser implementada, através da concretização de grandes projetos europeus que ajudassem ao reforço da coesão e significassem, realmente, um passo expressivo no desenho de uma rede de transportes com importância europeia.

O mercado de transporte marítimo é principalmente composto por dois intervenientes, as transportadoras e os portos marítimos. As funções e características de operação destes dois intervenientes estão cada vez mais dependentes das exigências do transporte das diversas mercadorias. A variedade da natureza física dos produtos leva a diferentes modelos de navio, assim como diferentes formas de lidar com os produtos. Por conseguinte, o valor, o tipo e a quantidade do produto a ser entregue e manuseado além da exigência do navio e das infraestruturas determina o modo de operação de transporte e de manuseio das mercadorias. Caldeirinha (2015), presidente da APP¹, confirma que nem todas as cargas, mercadorias, cadeias logísticas, produtos, carecem do mesmo tipo de tratamento.

No entanto, o crescente desenvolvimento da globalização da economia motivou um aumento considerável das trocas intercontinentais estimulando a utilização dos portos e das transportadoras marítimas. Contudo, apenas países com fronteiras marítimas podem usufruir da utilização dos portos marítimos, o que conduz a outro problema logístico na distribuição dessa mercadoria para os países interiores. Caldeirinha (2015) afirma ainda que os portos são a forma mais barata e rápida de chegar à maior parte da Europa, onde vivem as pessoas e existe procura e produção. Mas são também a única hipótese de chegar de forma barata a destinos intercontinentais na China, África ou América.

A tendência da globalização tem aumentado a importância da logística e gestão nos portos. A logística fortalece a otimização dos processos de produção e distribuição com base nos mesmos recursos através de técnicas de gestão que promovem a eficiência e a competitividade. O desempenho de um porto constitui uma matéria muito importante que não depende unicamente da sua natureza e do volume de movimentações, por essa razão é que

¹ Associação dos Portos de Portugal.

um exportador ou um importador e uma empresa de *shipping*, pode preferir um porto em detrimento de outro que esteja mais próximo. A opção de escolha por um porto que não seja o mais próximo pode ser por este apresentar melhores níveis de serviço. Ou seja, existem vários indicadores que servem de análise e apoio à decisão na escolha de um determinado porto. Segundo Levinson (2008), a contentorização da mercadoria foi responsável por grande parte da redução do custo de transporte. De facto, independentemente da origem ou destino da mercadoria, o manuseamento de bens tem-se tornado bastante eficiente e automatizado entre os diferentes bens transportados e diferentes modos de transporte, tornando-se assim uma operação bastante viável para muitas empresas.

Com este estudo pretende-se perceber quais as variáveis que determinam o desempenho de um porto e em que medida cada uma delas contribui para o nível de serviço global. O desempenho de um porto depende essencialmente da sua gestão e do seu modelo de gestão. A avaliação da *performance* dos portos é uma tarefa complexa, não apenas pela diversidade das variáveis e das operações que um porto apresenta, mas também pela diversidade dos portos a nível mundial e europeu. Ao longo dos últimos anos, vários estudos para medir o comportamento da eficiência dos portos mundiais foram realizados e tem-se constatado que na sua maioria a sua produtividade tem aumentado, embora com taxas de crescimento distintas entre os vários países. Liu (2010) manifesta que o crescimento do PIB global é um dos principais motivadores do crescimento do transporte de contentores e da própria indústria de transporte de mercadorias.

Neste estudo irá ser realizada uma análise de *benchmarking* de alguns dos principais portos instalados na Europa, analisar os que obtêm os melhores resultados, para poder proceder à comparação com os restantes. Os portos considerados ineficientes têm como objetivo reduzir a sua ineficiência relativamente aos eficientes que são considerados como *best practices*.

A Europa, com uma população estimada de 510 milhões (avaliado a Julho de 2013), apresenta uma costa com aproximadamente 66.000 km onde se encontram mais de 1200 portos comerciais (European Union, 2014).

Segundo o MEMO/13/448 da Comissão Europeia, de 23 de Maio de 2013, os portos da Europa são as portas do continente no qual circulam 74% do comércio externo de mercadorias da União Europeia. Estes são igualmente importantes para o comércio intraeuropeu. O mesmo documento refere ainda que os diferentes portos europeus exibem níveis de desempenho bastante desequilibrados, sendo os de Antuérpia, Hamburgo e Roterdão os três que se destacam em termos de dimensão (movimentando um quinto das mercadorias que chegam à Europa por mar). A enorme preocupação de tornar todos os portos eficientes é devido ao desequilíbrio atual, dos portos europeus, provocar enormes ineficiências a nível global, reduzindo a competitividade da Europa. Ou seja, esta ineficiência leva a viagens mais longas, origina importantes desvios de tráfego assim como trajetos marítimos e terrestres mais

distantes que conseqüentemente se traduzem em mais emissões de gases, mais congestionamento e maiores custos para as empresas.

1.2. Objetivos

Como enquadramento do estudo que se pretende efetuar começar-se-á por apresentar e caracterizar, de forma tão aprofundada quanto possível, da atividade portuária incluindo todas as operações a si associadas. Este enquadramento é essencial uma vez que será a base do estudo que pretende fundamentar a sustentabilidade da produtividade dos terminais de contentores com implementação de *best practices*, após verificação dos níveis de ineficiência associados a cada porto.

Podem então definir-se como objetivos genéricos:

- Identificação das principais metodologias utilizadas na medição da eficiência dos portos;
- Determinação de quais os portos Europeus eficientes e não eficientes (tendo em consideração a amostra) através de uma metodologia de *benchmarking*;
- Avaliação final dos resultados com o objetivo de perceber que variáveis influenciam os portos em termos de eficiência e que medidas podem ser tomadas para os tornar mais eficientes.²

Como objetivos específicos pode ainda referir-se a comparação de níveis de eficiência entre grupos de portos constituídos em função da:

- Dimensão;
- Estrutura administrativa (porto de serviço privado, *landlord*, *toolport* e porto de serviço público);
- Localização geográfica (Europa Centro-Oriental, Europa Meridional, Europa Ocidental e Europa Setentrional);
- Tipo de mercadoria movimentada num porto.

A análise teve em consideração informação relativa ao ano de 2013. Neste estudo houve o cuidado de recolher dados provenientes apenas de fontes seguras e fiáveis que contivessem informação verdadeira, para que os resultados finais fossem fiáveis e próximos da realidade.

² Posteriormente à identificação dos portos considerados eficientes, será ainda explicado o motivo dos que foram considerados ineficientes. Áreas de potencial melhoramento para os portos ineficientes irão ser identificadas através da análise de *slacks*. A abordagem de rendimento de escala será também avaliada com o intuito de alcançar outras justificações da atual *performance* dos portos em análise (rendimento de escala crescente, decrescente e constante).

Para tal, a recolha da informação teve por base os relatórios e contas dos diversos portos e ainda informação adicional solicitada diretamente às entidades portuárias.

1.3. Metodologia

A análise dos portos (que contêm terminais de contentores) realizada neste estudo foi explicada não só por teorias económicas como também por metodologias empíricas através da estimação da eficiência.

Uma abordagem intensa e pormenorizada foi devidamente implementada para a avaliação da medida do desempenho. Esta pode ser realizada através de diversas técnicas, cada uma com determinadas vantagens e desvantagens. Para além dos aspetos operacionais representados como variáveis introdutórias do modelo (*inputs* e *outputs*), os aspetos relacionados com o ambiente externo da atual atividade portuária também foram considerados (variáveis externas) na análise dos resultados, pois, o meio ambiente em que a atividade está a ser desenvolvida tem uma enorme influência e afeta o seu desempenho. A regulamentação e legislação praticada em cada país, o modelo de governação de cada porto (a maior parte dos portos da Europa apresentam o sistema *landlord*), a localização geográfica de cada país e se um porto movimentava outro tipo de carga para além de contentores, são exemplos de fatores externos à metodologia aplicada que foram considerados neste estudo, com o fim de ser realizada uma análise completa e o mais realista possível.

A seleção da técnica deve ter como fundamento o objetivo e as características da atividade em causa. De acordo com pesquisas anteriores de avaliação de desempenho, no âmbito portuário, as técnicas frequentemente mais utilizadas foram a *Stochastic Frontier Analysis* (SFA³) e a *Data Envelopment Analysis* (DEA). O modelo de fronteira determina uma fronteira de eficiência e avalia a diferença entre o estado atual de uma empresa com o estado de uma outra empresa, nesse mesmo período, que nesse mercado apresente a *best practice*, isto é, a situação em que existe eficiência técnica. A característica mais relevante da DEA, comparativamente com as restantes metodologias que utilizam a fronteira, é o facto de ser um modelo determinístico não paramétrico. Ou seja, a fronteira de eficiência é determinada através de programação matemática baseada exclusivamente na amostra selecionada. Relativamente às restantes metodologias paramétricas (por exemplo, o SFA), será necessário previamente considerar hipóteses probabilísticas que poderão enviesar os resultados obtidos. Logo, através da metodologia DEA os dados analisados poderão ser analisados de um modo fiável evitando a aplicação de *assumptions* que poderão distorcer o resultado final. Esta técnica consegue ainda realizar uma avaliação da *performance*, mais facilmente que as restantes metodologias, através da utilização de múltiplos *inputs* e *outputs*.

³ Análise de fronteira estocástica.

A metodologia DEA apresenta dois tipos de modelo, a DEA_{CCR} e a DEA_{BCC} , sendo que, para cada um deles existe, ainda, a possibilidade de criar um modelo orientado para *input* e outro para *output*. Relativamente à amostra, pode-se também criar diferentes critérios de avaliação dos dados, o *cross-sectional data* e o *panel data*. O primeiro contempla apenas dados para o mesmo ano, ou seja, detém apenas uma dimensão temporal, enquanto o segundo apresenta uma amostra sequencial no tempo. O *cross-sectional data* fornece um retrato dos produtores e da sua eficiência. O *panel data* fornece evidências mais credíveis sobre o seu desempenho, porque a avaliação é realizada através de uma sequência de períodos temporais (Kumbhakar e Lovell, 2000).

A seleção de variáveis é uma questão essencial na implementação do modelo, pois, diferentes variáveis podem levar a resultados completamente distintos. Os *inputs* e os *outputs* incorporados foram individualmente apresentados, analisados e avaliados de modo a proporcionar resultados mais credíveis, úteis e realistas. A metodologia encontra-se esboçada e avaliada como precursora para justificar a origem científica e, portanto, demonstrar a estimativa da eficiência da produtividade dos portos que foram introduzidos na amostra. Por fim, encontra-se esquematizado, na figura 1, um resumo do modo como a abordagem da metodologia em estudo do problema está organizada.

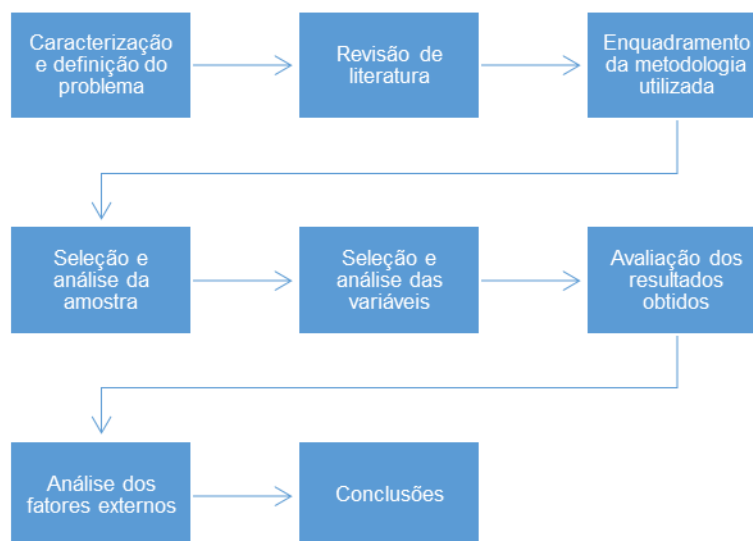


Figura 1 - Abordagem do problema

1.4. Estrutura

A estrutura da dissertação está organizada em seis capítulos. Apesar de cada um apresentar objetivos bastantes específicos, a figura 2 ilustra resumidamente a organização genérica de todo o estudo. Contudo, seguem-se os objetivos, em detalhe, de cada capítulo:

- No primeiro é realizado uma abordagem introdutória ao tema em análise através de uma introdução, onde é efetuada a contextualização do problema, a definição do objetivo e a estrutura do projeto;
- No capítulo dois é introduzida a análise do sector portuário, onde é aprofundada a história, o conceito de transporte e logística marítima e a descrição do sector portuário num contexto geral, tal como num contexto focalizado para alguns países.⁴
- No capítulo três é realizada a revisão da literatura permitindo perceber os estudos que se têm desenvolvido na análise da eficiência do sector portuário, sobretudo com recurso à metodologia DEA.
- No capítulo quatro é apresentada a descrição da metodologia utilizada para análise da eficiência, com principal incidência sobre a metodologia de DEA.
- No capítulo cinco é realizada a descrição da amostra, assim como, a identificação e justificação de todas as variáveis introduzidas no modelo. A análise de resultados empíricos é também analisada ao pormenor.
- No capítulo seis são mencionadas as conclusões relativas ao estudo e o desenvolvimento futuro a fazer no âmbito do tema e da metodologia aplicada.

Por último, este projeto é complementado com a apresentação de catorze anexos.



Figura 2 - Organização da estrutura da dissertação

⁴ Os países em análise, no capítulo 2, são Portugal Continental, Reino Unido, Países Baixos, Espanha e Alemanha (em ênfase estão questões importantes para o desenvolvimento da investigação, que podem afetar o desempenho, como a escala operacional, políticas públicas, condutas de regulação e o enquadramento institucional). Relativamente à amostra introduzida no modelo final, outros países europeus foram considerados, conforme descrito no capítulo 5.

Capítulo 2 ANÁLISE DO SECTOR PORTUÁRIO

2.1. História e caracterização da atividade portuária

Aproximadamente nos anos de 50 (século passado), os bens transportados por mar através de longas distâncias eram movimentados por “*break bulk shipping*”, ou seja, transportados soltos ou empacotados em caixas, mochilas, barris, ou outros contentores pequenos, dependendo do tipo de produto que era carregado. Este sistema de transporte tinha como resultado um enorme custo devido ao tempo e trabalho consumido no carregamento e descarregamento de navios de modo a evitar estragos nos produtos transferidos. Os custos eram tão elevados que impossibilitavam o comércio internacional. Ao longo da história o objetivo de minimizar estes custos sempre foi um grande desafio (Tomlinson, 2009).

A partir de várias tentativas comerciais, Malcolm McLean⁵ introduziu o uso do transporte de mercadorias em contentores de metal (usado durante a Segunda Guerra Mundial, mas em dimensões muito mais reduzidas). Estes tinham tamanhos suficientemente grandes para otimizar o transporte dos produtos, mas ainda assim com uma certa restrição de tamanho, de modo a permitir que os produtos pudessem ser transportados por navios, camiões e comboios. As empresas *Sea-Land* e *Matson Navigation Company* iniciaram, portanto, a revolução desta tecnologia entre os anos de 1950 e 1960 (Tomlinson, 2009).

No final da referida década de 50 o primeiro navio de contentores tinha capacidade de transportar até 700 contentores. O sucesso da logística de contentores não parou de evoluir devido à standardização do seu tamanho, que proporcionava um simples transbordo entre o transporte marítimo e os outros modelos de transporte.⁶ Este desenvolvimento teve como efeito o investimento em construção de instalações especiais, com equipamento ajustado para o fácil e eficiente manuseamento de contentores, os terminais portuários. Nestes terminais, existiu sempre a preocupação de interligar o transporte marítimo com os outros meios de transporte. A eficácia desta interligação depende sobretudo do modelo de gestão, das características das infraestruturas (tanto a nível interno como externo da área portuária, particularmente as acessibilidades rodoviárias e ferroviárias), do desenvolvimento tecnológico, do equipamento e dos recursos que o terminal possui (Kempe, 2013).

Nos últimos anos, mesmo com as crises sentidas nos anos de 2008 e 2009, o volume de contentores movimentados em todo o mundo continuou a aumentar progressivamente devido à globalização e à distribuição geográfica de atividades. A figura 3 ilustra precisamente o comportamento da movimentação dos *top 20* portos desde o ano de 2002 até ao ano de 2011.

⁵ Proprietário da empresa de transporte *Sea-Land*.

⁶ Anexo I – Tipos e tamanhos de contentores.

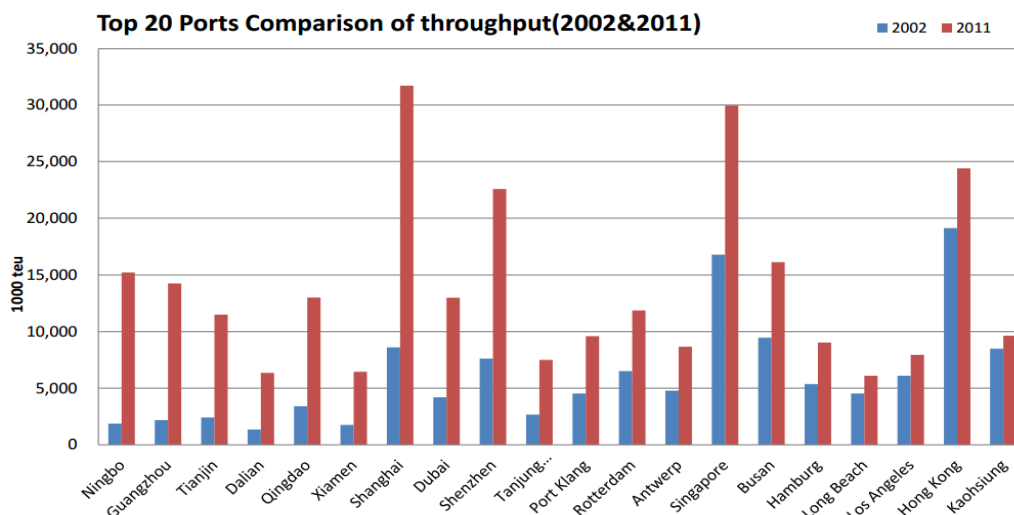


Figura 3 - Top 20 portos, movimentação de contentores, diferença entre os anos de 2002 e 2011 (Adaptado de *Containerisation International Yearbook, 2003*)

Segundo Abbes (2007), o sector portuário europeu processa mais de 90% do comércio da União Europeia com países terceiros e aproximadamente 30% do tráfego é dentro da Europa. A competitividade europeia na economia global depende, cada vez mais, de transportes eficientes, de custos competitivos e do sistema portuário.

Os custos de transporte marítimo têm vindo a diminuir significativamente devido às economias de escala. Enquanto um navio, de primeira geração, dos anos 70 conseguia transportar aproximadamente mais de 1000 contentores, nos dias de hoje um navio consegue suportar mais de 8000 contentores (*Maersk Triple E Class* é um navio de contentores construído em 2013 que tem, neste momento, a capacidade de transportar até 18.340 TEUs⁷, ou seja para contentores de tamanho normal, de 20 pés, é possível transportar cerca de 18.340 contentores) (Kemme, 2013).

Por conseguinte, os terminais portuários tiveram que ser desenvolvidos de modo a permitir que os grandes navios conseguissem atracar, necessitando de águas profundas e de ter espaço e tecnologia suficiente para a carga e descarga eficientes. Desta forma, ter-se-á em conta, a necessidade de equipamentos para o manuseio dos contentores, tais como os rebocadores, os guindastes, uma área de armazenamento apropriada e quintais de guindastes de pórtilo. Assistiu-se também a uma mudança da localização das operações portuárias que se deslocaram para perto das regiões menos desenvolvidas, em vez de se situarem no centro das grandes cidades. Também o mercado portuário sentiu uma enorme transformação, pois, inicialmente era caracterizado como monopolista, mas devido ao rápido desenvolvimento dos contentores e transporte intermodal, tornou-se drasticamente num mercado com muitos *players*, caracterizado por uma enorme concorrência. Segundo Cullinane (2006) muitos

⁷ *Twenty-foot Equivalent Unit.*

terminais de contentores deixaram de aproveitar a liberdade que o mercado monopolista lhes concedia e tiveram que começar a competir com os portos vizinhos.⁸

O impacto dos contentores fez-se sentir na economia global. Nos últimos anos, em todo o mundo, aproximadamente mais de 300 milhões de contentores têm sido transportados por mar anualmente (Tomlinson, 2009).

2.2. Visão geral entre transporte e logística de contentores

Devido à tendência da nacionalização e da globalização, a importância da gestão logística tem vindo a aumentar em diversas áreas, sobretudo a partir dos anos de 1950. A logística tem ajudado na otimização dos processos de produção e distribuição com base em técnicas de gestão que promovam a eficiência e a competitividade entre as empresas, com ênfase para as empresas industriais. O elemento chave na cadeia de logística é o sistema de transporte, que faz juntar os diferentes processos de atividade. Este sistema para além de ocupar cerca de um terço do custo total logístico também influencia fortemente o seu desempenho. A movimentação de carga é exigida em todo o procedimento de produção, desde os fabricantes até à entrega no cliente final, logo, para o máximo benefício de toda a cadeia é necessário uma boa coordenação entre cada componente (Lin e Tseng, 2005).

Um bom sistema de transporte pode fornecer melhores eficiências logísticas, reduzir custos de operação, melhorar a qualidade de serviço e consecutivamente acrescentar valor aos bens e produtos transacionáveis (Tseng, Yue, e Taylor, 2005). O custo de transporte varia consoante as diferentes indústrias, ou seja, para produtos com pequeno volume, leves e de alto valor monetário, ocupa uma pequena parte das vendas e normalmente não é uma tarefa muito complexa a ser desenvolvida. Por outro lado, para produtos de grande volume, pesados e de valor monetário reduzido ocupa uma grande parte das vendas e afeta consideravelmente o lucro. Nestes casos, a estratégia de transporte a adotar deve ser mais ponderada de modo a minimizar os seus custos e assim o seu impacto no lucro do negócio dessa empresa.

O transporte tem como objetivo a ligação das várias entidades de uma cadeia, que resulta na conversão de recursos em bens úteis aos respetivos clientes de cada entidade. O conceito de logística empresarial é o plano destas funções num sistema de movimento de bens com o fim de minimizar o custo e maximizar o serviço aos consumidores. Uma vez praticado, este sistema, tem que ser gerido eficientemente (Lin e Tseng, 2005). Segundo *Krieger (2005)* a logística de contentores pode ser definida como o planeamento integrado, coordenação, execução e controlo de todos os fluxos de caixas de aço standardizados a ISO 668 e da informação relacionada desde a origem ao destinatário (Kempe, 2013).

⁸ Para um porto conseguir ser competitivo teria que ponderar começar a investir, de forma adequada, em equipamento sofisticado ou em novas infraestruturas que permitissem a atracação de navios com maiores dimensões, de modo a reduzir o custo para as empresas de *shipping* (Cullinane, 2006).

Em comparação ao “*bulk transportation*” o uso de contentores tem como vantagens a troca de menos embalagens, menos danos e maior produtividade. Nos dias de hoje, o transporte marítimo de produtos acabados é quase sempre realizado em contentores. Esta logística para além do transporte marítimo, que é realizado através de navios de contentores, compreende também o seu descarregamento, o carregamento, o armazenamento e o manuseamento, bem como o seu transporte por terra (Tomlinson, 2009).

O fluxo da logística de contentores é descrita através de um ciclo, como ilustrado na figura 4. O contentor, completamente vazio, começa por estar num armazém para ser transportado por terra até ao ponto, onde irá ser carregado. Posteriormente, o contentor já carregado é transportado por terra para um terminal portuário de contentores, onde será consecutivamente enviado por transporte marítimo para um próximo terminal portuário de contentores até chegar ao terminal portuário destinatário. Neste, o contentor é finalmente enviado, por via terrestre, até aos clientes onde é descarregado. O contentor, agora vazio, é remetido para um armazém de contentores vazios associados ao transporte. O transporte por terra, entre os diferentes pontos, pode ser feito por camiões e por comboios consoante a disponibilidade e o custo de cada um. O transporte por mar pode ser feito por diversos tipos de navios. Normalmente, o transporte de um terminal portuário secundário (*feeder ports*) para outro maior e central (*hub ports*) é realizado por navios mais pequenos. Pelo contrário, nos portos maiores o transporte é realizado por navios de maiores dimensões para os portos destinatários *hub* (Kemme, 2013).

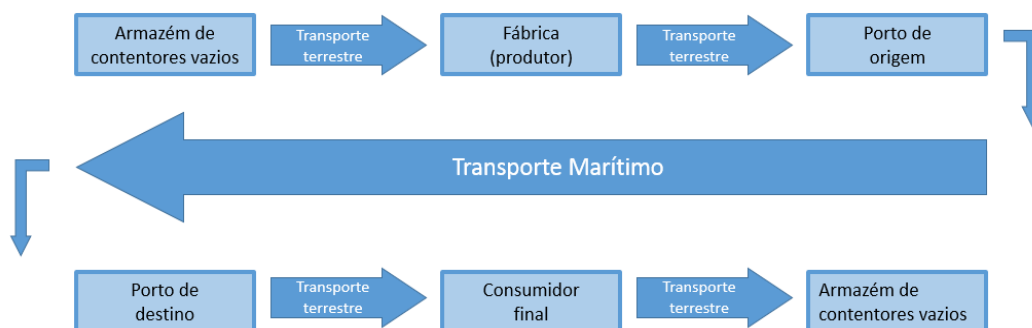


Figura 4 - Ciclo do fluxo de contentores (Adaptado de Kemme, 2013)

Por fim, conclui-se: o sistema de transporte e logística tem relações interdependentes, tanto que a sua gestão necessita de transportes para realizar as suas atividades e simultaneamente, um sistema logístico com sucesso pode ajudar a uma melhoria do desenvolvimento de transporte de uma cadeia de abastecimento; desde que os transportes contribuam em grande peso no custo logístico, o aperfeiçoamento da eficiência dos transportes pode mudar o desempenho de todo este sistema. Sem a ligação do transporte, uma forte estratégia logística não pode ser rentabilizada ao máximo nível.⁹

⁹ Anexo II – Enquadra os principais diferentes tipos de transporte.

2.3. Diversificação e a especialização do transporte marítimo

Como já anteriormente afirmado, evidenciou-se um aumento mundial das mercadorias transportadas por mar ao longo dos últimos anos. Apesar do crescimento ser sólido (exceto no ano de 2009), verifica-se que essa tendência se diferencia pelas partes que constituem o total da mercadoria. Essas componentes que agregam o transporte marítimo são: o transporte de granéis sólidos (minérios, cereais e outros produtos agrícolas e alimentares e outros); o transporte de granéis líquidos (particularmente produtos petrolíferos, produtos químicos e gás natural liquefeito); o transporte de carga geral fracionada (que não é transportada em contentores); o transporte *roll on – roll off* (transporte de automóveis e outros rodoviários); e o transporte de contentores. O transporte de contentores é o componente que mais tem crescido no mundo, entre os diferentes fragmentos que constituem o transporte marítimo, conforme ilustrado na figura 5. Em 1980 apenas 2,75% da carga total era transportada por contentores correspondendo a 102 milhões de toneladas e em 2013 já representa 16,49% da carga total, equivalente a 1578 milhões de toneladas. O transporte de carga através de contentores tem registado maior rapidez de crescimento que o próprio crescimento de transporte da carga total marítima, pode-se então deduzir que parte dos outros componentes estão a converter-se em transporte de contentores.

A carga contentorizada tem vindo a crescer devido às grandes vantagens deste modelo tornar toda a mercadoria estandardizada. Esta forma, estandardizada dos contentores, simplificou todos os processos a si associados. A segurança da mercadoria e a movimentação das operações mais rápidas são exemplos importantes que fizeram com que os portos se tornassem mais eficientes (UNCTAD, 2013).

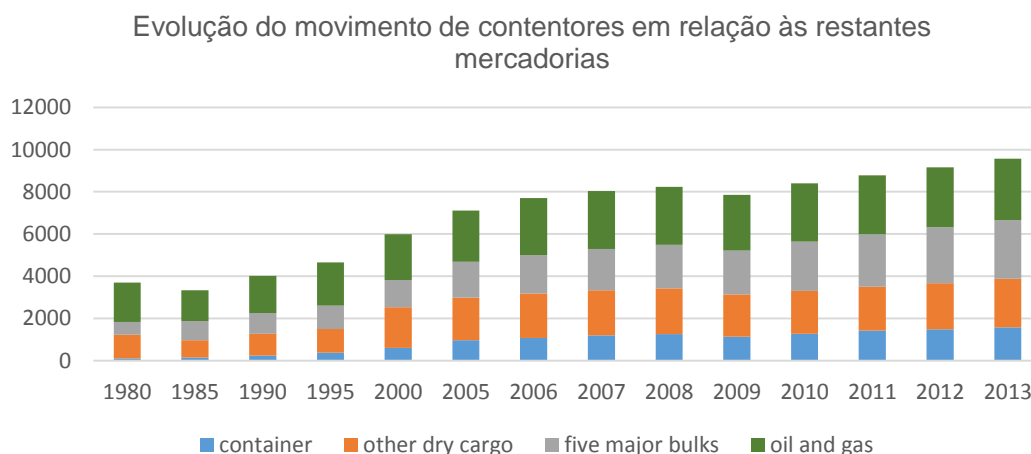


Figura 5 - Evolução da carga transportada por via marítima no mundo; em milhões de toneladas transportadas (UNCTAD, 2013)

2.4. Terminais portuários

O terminal portuário é um sistema aberto com fluxo de matéria entre duas interfaces, a fronteira marítima e a terrestre, sendo a área de armazenamento de contentores a referência de auxílio de separação entre as duas (Steenken, et al. 2004). Segundo Saanen (2004), este sistema é bastante sofisticado e os principais atributos são as suas funções, as principais operações e os recursos. Existem diferentes tipos de terminais, cada um especializado para cada tipo de mercadoria. Os terminais de granéis agroalimentares caracterizam-se pela movimentação de mercadorias alimentares a granel, tais como a soja, a cevada e o trigo. Os terminais multiusos movimentam os vários tipos de mercadoria a granel (líquidos e sólidos), contentorizada e fracionada. Os terminais de granéis líquidos são especializados na movimentação de mercadorias a granel no seu estado líquido, tais como a gasolina, o gasóleo, o gás butano e propano. Os terminais de contentores são os que vão ser descritos com maior detalhe, pela importância que têm vindo a conquistar ao longo dos últimos anos (os procedimentos base expostos neste capítulo para a atividade deste tipo de terminal, não estão muito longe dos restantes).¹⁰

A principal função de um terminal é o transbordo, não esquecendo a importância do armazenamento temporário dos contentores, como se evidencia na figura 6. A função de transbordo refere-se ao carregamento e descarregamento de navios, barcaças, camiões e comboios. O valor acrescentado deste processo é conseguido através da velocidade com que os navios são manuseados e da organização do terminal (Saanen, 2004).

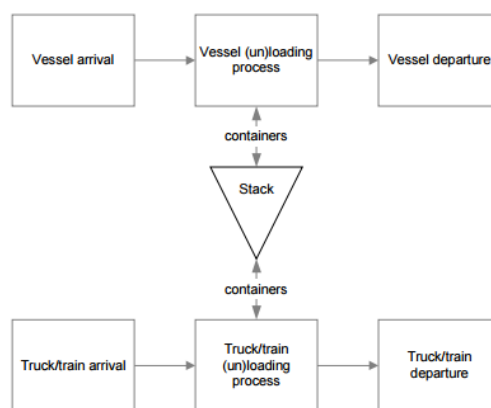


Figura 6 - Processo no terminal de contentores (Saanen, 2004)

Contudo, apesar do transbordo direto, entre os dois tipos de transporte, ser na teoria o funcionamento perfeito, na prática é impossível tal nível de rendimento. Logo, a existência de áreas de armazenamento num terminal é essencial. Estas estão normalmente divididas em

¹⁰ A informação teve como base o seguinte sítio de internet: <http://www.portodelisboa.pt/images/APLWeb/index.htm> (15-09-2014).

pequenos espaços distintos para o armazenamento de diferentes tipos de contentores ou mesmo diferentes processos num porto.

Outras funções secundárias são também realizadas pelo terminal pelo que podem ser resumidas como serviços de valor acrescentado, como está descrito nos próximos capítulos.

Relativamente às principais operações, um terminal de contentores é um sistema bastante complexo onde ocorrem vários tipos de operações inter-relacionadas. Existem inúmeros equipamentos e uma enorme quantidade de mercadorias e funcionários. Para uma boa gestão, estes têm que ser normalmente divididos em subsistemas de acordo com as operações relacionadas e o equipamento envolvido. Esta complexidade conduz a uma grande diversidade entre todos os terminais existentes.

Contudo, quase todos os terminais possuem a mesma estrutura conforme esquematizado na figura 7. A fragmentação do sistema é constituída pelos seguintes subsistemas: *ship-to-shore*; *waterside horizontal-transport*, *storage* e *hinterland-connection* (Kemme, 2013).

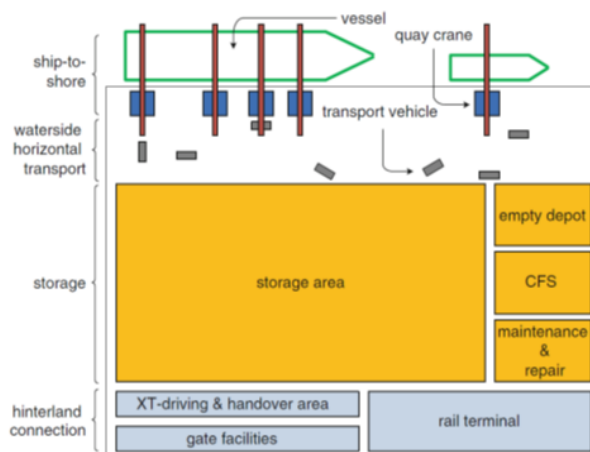


Figura 7 - Esquema geral dos processos de um terminal (Kemme, 2013)

Apesar da divisão anteriormente apresentada, a capacidade de movimentação e a *performance* de todo o sistema é determinada pelo conjunto de todos os subsistemas, como se estes funcionassem em série, ou seja, o subsistema que apresente a menor capacidade de movimentação não determina a capacidade total do sistema, mas contribui em grande parte para o seu atraso (Kemme, 2013). Logo, a gestão global destas operações é fundamental, pela razão dos subsistemas se encontrarem ligados.¹¹

Contudo, mesmo através da divisão em quatro subsistemas para mitigar a complexidade das operações, tem-se assistido a um desenvolvimento da aplicação da tecnologia de informação, de modo a facilitar as operações. Num terminal de contentores, antes dos navios chegarem,

¹¹ O Anexo III contém a tabela 24 que descreve o essencial de cada subsistema.

uma determinada informação base é transmitida com antecedência.¹² Todo este sistema é constituído por diversos equipamentos, sem os quais era impossível a execução desta atividade.¹³

2.5. Desenvolvimento de regiões com base nos portos

Os portos são a origem de muitas cidades. Estes permitem a evolução e a incrementação do desenvolvimento urbano e a fixação de população através do comércio, devido à interface entre a terra e o mar (OECD, 2013). O *hinterland* é precisamente a área geográfica que é servida por um porto e ligada por uma rede de transportes e vias de comunicação, através do qual existe troca de mercadoria (Degrassi, 2001).

Nas regiões influenciadas pela atividade dos portos prevalecem indústrias relacionadas com a atividade de exportação e importação. Ou seja, estas áreas atraem um número substancial de entidades relacionadas com o porto, o que origina o desenvolvimento dos grandes *clusters* industriais (Langen, 2004). Langen (2004) define ainda *cluster* como: “A *population of geographically concentrated and mutually related business units, associations and public (-private) organizations centered around a distinctive economic specialization.*”

A região das indústrias *cluster* está principalmente localizada nas zonas de cais, onde é realizada a movimentação de carga, e na região que inclui os serviços localizados na cidade do porto até às atividades de distribuição, perto das infraestruturas de transporte do *hinterland*. Segundo Van Klink (1995) outras ligações de transporte e zonas de logística estão fortemente relacionadas com o porto. Logo, a região relevante do *cluster* é maior do que a que está apenas ligada ao cais.

Um porto interage profundamente com as cidades, criando tanto impactos positivos como negativos. Todos os impactos vantajosos estão praticamente relacionados com os benefícios económicos (cadeia de abastecimento na medida em que facilita o comércio entre portos de regiões e países diferentes; valorização através das atividades económicas, quando o desempenho das entidades é influenciado pelos portos; empregabilidade relacionada diretamente e indiretamente com os portos; desenvolvimento dos *clusters* e a criação de cidades). Os principais impactos negativos incluem o ambiente (emissões de gases, qualidade da água, desperdício, biodiversidade, poluição sonora e impacto na saúde), o uso da terra (intensidade do espaço ocupado) e o tráfego (OECD, 2013).

Os países interiores normalmente não possuem qualquer porto. Logo, terão de recorrer à importação e exportação através dos seus países vizinhos que apresentem costa conseguindo uma importante fonte de rendimento.

¹² Exemplo da informação base: número de contentores, peso, tamanho e tipo.

¹³ No anexo IV são apresentados os diversos equipamentos.

2.6. Administração de um porto e as suas atividades

De acordo com o exposto anteriormente, um porto apresenta uma enorme complexidade de processos, o que implica uma grande diversidade de serviços. Estes, são processados, geralmente, dentro da área portuária por diferentes entidades prestadoras de serviço, cuja atividade é coordenada por uma ou mais entidades, em geral reguladas pela autoridade portuária. Os serviços mais comuns são normalmente as atividades de controlo (auxílio no acesso, sinalização, proteção marítima, pilotagem, reboque, gestão de tráfego, serviço de bombeiros, amarração, armazenamento e transferência da mercadoria, inspeção e alfândega, instalações climatizadas e distribuição), de conservação de infraestruturas (manutenção dos acessos, reparação e manutenção dos equipamentos, reparação dos navios e contentores e ainda limpeza e descarga de resíduos dos navios) e de serviços (serviços de informação e gestão) (The World Bank, 2007).

Em Portugal, as autoridades portuárias são consideradas administrações dos portos e institutos portuários.¹⁴ As autoridades portuárias, de acordo com o Decreto-lei nº 46/2002, de 2 de Março, têm a competência em matéria de segurança marítima e portuária nas suas áreas de jurisdição e asseguram a coordenação com os órgãos da Administração. Algumas das atividades praticadas nos portos devem ter uma natureza mais pública (exemplo de serviços alfandegários e de fronteiras), o que tem conduzido a que na maior parte dos países, a autoridade portuária seja controlada pela Administração Pública. Contudo, existem casos de autoridade portuária de natureza privada.

A complexidade das atividades num porto leva à atuação de múltiplos intervenientes. Consoante o país em análise, a hierarquia entre o governo/administração central, a autoridade portuária e as entidades privadas pode alterar-se substancialmente, como se poderá constatar mais à frente neste estudo.¹⁵

2.7. Desempenho de um porto - Indicadores

Segundo Brito (2013) os indicadores de desempenho são o resultado de avaliação de um serviço prestado num porto que são relevantes para as entidades administradoras (autoridade portuária e governo), assim como para os clientes dos portos que poderão optar consoante a classificação dos resultados. Exemplos de indicadores são a carga anual movimentada, contentores movimentados, área operacional global, produtividade e tempo dos processos. No anexo V encontram-se listados os indicadores sugeridos por um estudo da UNCTAD de 1976.

¹⁴ Segundo o Decreto-lei nº 46/2002 de 2 de Março: “A responsabilidade das autoridades portuárias será por elas exercida sem sujeição a qualquer critério rígido de organização e funcionamento, cabendo aos respetivos concelhos de administração definir as soluções que, em cada caso, venham a mostrar-se mais aptas à satisfação dos interesses a prosseguir”.

¹⁵ Capítulo 2.9..

Estes indicadores de eficiência não são universais e devem ser considerados como indicativos. As entidades que determinam e divulgam as tabelas de indicadores de eficiência portuária produzem o seu modelo usando normas e parametrizações diferentes, o que traduz resultados relativos. Isto poderá assim ter como consequência a obtenção de uma classificação bastante diferente para um mesmo porto num mesmo período.

Um estudo da OCDE (2012) refere que uma das maiores causas de ineficiência dos portos tem origem nos sistemas tecnológicos e técnicos do terminal, que são, em alguns casos, demasiado antiquados. O mesmo estudo afirma ainda que os portos de contentores mais eficientes não são necessariamente os portos com maiores dimensões.

2.8. Modelos de administração de um porto

O Banco Mundial (2007) classificou os portos quanto à sua estrutura administrativa (portos de serviço público, *tool port*, *landlord port* e portos de serviço privado). Estes distinguem-se do seguinte modo: *landlord port* (a autoridade portuária tem como responsabilidade a infraestrutura, a zona portuária e os terrenos, enquanto as superestruturas e o trabalho portuário são da responsabilidade de privados), *tool port* (a autoridade portuária responsabiliza-se pelas infraestruturas e por algumas superestruturas, nomeadamente equipamento de cais, enquanto os agentes privados são responsáveis pelo trabalho portuário), porto de serviço público (todos os serviços são da responsabilidade da autoridade portuária, apenas com uma ou outra exceção de *outsourcing*) e o porto de serviço privado (a gestão do porto é realizada apenas por entidades privadas. As infraestruturas, as superestruturas e o trabalho portuário são geridos por entidades privadas). A tabela 1 enquadra resumidamente as diferentes classificações.

Tabela 1 - Modelos comuns de administração e gestão de um porto (The World Bank, 2007)

Tipo	Infraestrutura	Superestrutura	Atividade Portuária	Outras Funções
Porto de serviço público	Público	Público	Público	Maioritariamente Público
Tool port	Público	Público	Privado	Público/Privado
Landlord port	Público	Privado	Privado	Público/Privado
Porto de serviço privado	Privado	Privado	Privado	Maioritariamente Privado

Por fim, no Anexo VI¹⁶, estão enumerados os *top 50* portos, que representaram o maior volume de movimentação de contentores, para o ano de 2013 a nível internacional. Estes estão distribuídos por país, autoridade portuária e modelo de gestão. Conclui-se que a maior parte

¹⁶ Na tabela 26, inserida no anexo VI, a informação contida na coluna – modelo de administração; teve como base várias fontes de pesquisa. Sobretudo, sítios de *internet* das respetivas autoridades portuárias de cada porto, sendo que, a atribuição de cada um dos quatro níveis, do modelo de administração, envolve ainda alguma subjetividade.

dos portos detém o modelo de gestão *landlord port*¹⁷. Para além disso, é muito pouco comum, nos dias de hoje, encontrar portos que sejam apenas administrados pelo estado, apesar dos portos de *Shanghai* e *Shenzhen* serem completamente públicos e o de Singapura ser praticamente todo ele administrado pelo estado. (Barros, 2006).

2.9. Experiência Europeia

Neste sub capítulo far-se-á uma introdução do contexto portuário para alguns dos países europeus analisados no âmbito da dissertação. Para cada um, são identificados, entre outros conceitos importantes, o modelo de gestão praticado e a participação do mercado com referência ao ano de 2013.

2.9.1. Portugal Continental

2.9.1.1. Contexto Geral

Portugal apresenta uma localização geográfica estratégica bastante favorável, com sete portos principais de norte a sul a saber, Viana do Castelo, Douro e Leixões, Aveiro, Figueira da Foz, Lisboa, Setúbal e Sines.

A partir da entrada de Portugal na União Europeia os níveis de competitividade, segundo Carvalho e Marques (2007) aumentaram devido à alienação das barreiras comerciais dentro do continente. Devido à elevada competitividade no mercado, a reforma do sector portuário teve início e tem sido progressivamente imposta. Segundo Monteiro (2003), a lógica desta reforma foi a certeza de que um ambiente competitivo iria contribuir para a melhoria da eficiência e da competitividade dos portos marítimos, através do auxílio da participação de capitais privados em investimento e prestação de serviços no porto.

2.9.1.2. A estrutura da reforma

Antes da reforma, o modelo *tool port* era usado pelos portos portugueses, onde a autoridade portuária era responsável pela infraestrutura, superestrutura e equipamentos. As empresas privadas praticamente apenas forneciam serviços de *outsourcing*. Segundo Carvalho e Marques (2007), várias medidas foram então tomadas com a finalidade de aumentar a participação de operadores privados no sector portuário português. Nos dias de hoje, a movimentação de carga é principalmente executada por operadores privados com base em concessões.

As autoridades portuárias dos principais portos portugueses seguem o modelo de *landlord port* em que as atividades do tipo comercial são alocadas às entidades privadas, sobre o regime de

¹⁷ Modelo que, nos últimos anos, tem sido cada vez mais adotado pelos portos.

serviço público, podendo ocorrer partilha de riscos na construção de infraestruturas. Lafuente (2012) afirma que nestes portos as autoridades portuárias são responsáveis pela supervisão, coordenação, controlo e promoção geral do porto, construção e manutenção das infraestruturas gerais.

Atualmente o sector portuário português é constituído por dois tipos de entidades fundamentais: as administrações portuárias dos sete principais portos e o Instituto da Mobilidade e dos Transportes¹⁸ (IMT, IP), criados pelo XIX Governo Constitucional em 2012 e que sucederam ao Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM¹⁹, IP). O IMT é uma entidade central com sede em Lisboa e com jurisdição sobre todo o território nacional, dispondo de serviços descentralizados.²⁰ Relativamente às receitas são administradas pelo IMT, provenientes de dotações que lhe forem atribuídas no Orçamento do Estado e de receitas próprias.²¹

Em termos de regulação do sector e de acordo com o previsto no Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas, as atuais atribuições do IMT de regulação, supervisão e fiscalização, passarão a ser da competência da Autoridade da Mobilidade e dos Transportes (AMT). Ao IMT competirá o exercício de funções de regulamentação técnica, vertente económica do sector dos portos comerciais e transportes marítimos, assim como a gestão de contratos de concessão em que o estado seja concedente.

Resumidamente, o sector portuário nacional é atualmente administrado pelo IMT, IP (que coordena o IMT²² e a AMT²³) e pelas autoridades portuárias²⁴, com autonomia administrativa e financeira.

Em Portugal a participação do sector privado tem sido realizada principalmente através de contratos do tipo BOT (*build, operate and transfer*)²⁵. Atividades como a movimentação de

¹⁸ Ver Decreto-lei nº 236/2012, de 31 de Outubro e o Despacho nº 16054-B/2012, de 17 de Dezembro. Instituto público integrado na administração indireta do estado, dotado de autonomia administrativa e financeira e património próprio, que prossegue atribuições do Ministério da Economia, sob superintendência e tutela do respetivo ministro.

¹⁹ O IPTM (Instituto Portuário e dos Transporte Marítimos), introduzido no Decreto-lei nº 257/2002, teve como objetivo a reorganização do sector marítimo e portuário, definido no Programa do XV Governo Constitucional e expressado na Lei nº 16-A/2002, de 31 de Maio. O IPTM atuava como uma entidade coordenadora de um vasto conjunto de funções da Administração Pública.

²⁰ Como das Direções Regionais de Mobilidade e Transportes do Norte, do Centro, de Lisboa e Vale do Tejo, do Alentejo e do Algarve, da Unidade de Regulação Ferroviária e da Unidade de Regulação Marítimo-Portuária, serviços dotados de autonomia técnica e independência funcional.

²¹ Receitas detalhadamente descritas nos artigos 2º e 11º do Decreto-lei nº 236/2012.

²² Vertente económica, contratos de concessão e regulamentação técnica.

²³ Regulação, supervisão e fiscalização.

²⁴ Constituídas pelas: AP Viana do Castelo, AP Douro e Leixões, AP Aveiro, AP Figueira da Foz, AP Lisboa, AP Setúbal e AP Sines.

²⁵ Na abordagem BOT, uma entidade privada ou um concessionário tem a concessão por um período fixo de uma entidade pública, para o desenvolvimento e funcionamento de um serviço público. O desenvolvimento consiste no financiamento, projeto e construção da instalação, gestão e manutenção adequada da instalação e torná-la o suficiente rentável. A concessionária garante o retorno de investimento pela operação, e durante o período a concessão atua como proprietária. No final do período

carga²⁶, reboque e pilotagem²⁷, que são classificadas como um serviço do interesse público, devem ser preferencialmente prestadas ao público, através da gestão de empresas privadas, por um contrato de concessão de serviço público. O período de tempo de duração da concessão deverá ser proporcional ao investimento exigido. Neste caso, a duração dos contratos não deve superar os 30 anos, de acordo com o artigo nº 29 no Decreto-lei nº 298/93 de 28 de Agosto. A atribuição das concessões deve ser realizada através de concurso público.

As receitas num contrato de concessão têm em geral, uma componente fixa e uma variável e devem ser pagas pelo concessionário à autoridade portuária. A componente fixa está relacionada com a infraestrutura e a área alocada à concessão, enquanto a receita variável está dependente do volume de carga movimentada. Este procedimento envolve a partilha de risco entre os dois intervenientes com a finalidade de estimular a eficiência (Fonseca, 2009).

Nos dias de hoje as prestações de serviços nos portos portugueses podem ter a autoria da autoridade portuária, das entidades privadas ou através de concessões²⁸ (Carvalho e Marques, 2007).

2.9.1.3. Tarifas

As tarifas usadas em Portugal pelos portos estão definidas sobre o Decreto-lei nº 273, de 9 de Novembro de 2000. Estas compreendem dois componentes, os tipos de navios e embarcações, e o tipo de carga transportada. A tarifa de uso do porto, inserida no artigo 13 do Decreto-lei nº 273/2000, é cobrada pela ocupação e acesso à infraestrutura e pela segurança e conservação do ambiente de cada um dos dois elementos (tipos de navios ou embarcações e tipo de carga).

As tarifas definidas pelas entidades privadas sujeitas aos contratos de serviço público têm que ter a aprovação das autoridades portuárias, que permitem a utilização de descontos apenas para fins comerciais.

2.9.1.4. Estrutura do mercado

A movimentação total de carga em Portugal, no ano de 2013, atingiu aproximadamente as 79.265.000 toneladas, registando um aumento de 30,72% em relação ao ano de 2009. Conforme a tabela 2, a movimentação de contentores foi a que obteve o aumento mais expressivo, 89,28% entre aqueles anos, não esquecendo o aumento registado pela carga

de concessão, a concessionária transfere a propriedade da instalação livre de ónus à entidade pública, sem nenhum custo (Verhoeven, 1997).

²⁶ No Decreto-lei nº 324/94, de 30 de Dezembro, estão estabelecidas as regras gerais de movimentação de carga das concessões do serviço público.

²⁷ Os serviços de reboque e pilotagem, entre outros, apenas mais tarde entraram em regime através dos Decreto-lei nº 75/2001 e Decreto-lei nº 48/2002, respetivamente.

²⁸ No anexo VII encontra-se a listagem de concessões de serviços públicos nos portos portugueses.

fracionada, que apresentou valores de crescimento próximos dos 89%. Os segmentos *Ro-Ro* e granéis sólidos apresentaram um decréscimo, com 15,20%²⁹ e 3,15%, respetivamente.

Este cenário de evolução da atividade portuária é explicado através do aumento do número de navios que fizeram escala nos principais portos do continente, associado a um aumento da dimensão dos navios (IMT, 2013).

Tabela 2 - Movimentação por tipo de carga dos portos marítimos portugueses entre 2009 e 2013, Unidades: Toneladas³⁰

Tipo Carga	2009 [Ton]	2010 [Ton]	2011 [Ton]	2012 [Ton]	2013 [Ton]
Fracionada	3 776 696	5 103 191	5 437 109	5 876 248	7 140 478
Contentorizada	12 961 754	15 220 308	17 410 963	18 747 785	24 534 814
Ro-Ro	346 852	319 523	295 264	255 616	294 141
Granéis Sólidos	17 125 387	16 035 422	16 353 797	16 344 613	16 585 450
Granéis Líquidos	26 424 386	28 267 760	27 261 320	26 694 131	30 710 101
Total	60 635 075	64 946 204	66 758 453	67 918 393	79 264 984

2.9.1.5. Principais portos portugueses

Os sete principais portos representam quase toda a movimentação de carga nacional. No entanto, os portos secundários não devem ser desvalorizados visto apresentarem uma enorme importância económica, pois permitem a várias empresas operar proporcionando emprego e crescimento económico para o país.

Na tabela 3, os dados estão fragmentados consoante os diferentes tipos de movimentação e a localização de cada porto. Deve ter-se em consideração que os processos de carga e descarga entre os diferentes tipos de movimentação envolvem procedimentos específicos. Logo, o desempenho dos diferentes setores não pode ser comparado. Lisboa apresenta a liderança na movimentação de carga contentorizada com 5.159.454 toneladas em 2013. Ainda, de acordo com a tabela 3, observa-se que os portos de Sines, Lisboa e Douro e Leixões são os que movimentam maior volume de carga.

²⁹ O decréscimo do sector *Ro-Ro* é elevado devido à deslocalização da produção de automóveis nos países europeus (Carvalho e Marques, 2007).

³⁰ A tabela 2 teve como base o sítio de internet: http://www.imarpor.pt/informacao_tecnica/estatisticas.htm (23-09-2014) – Administração Portuária, Consolidação e adaptação: IMT; I.P.).

Tabela 3 - Movimentação por tipo de carga nos portos principais portugueses em 2013, Unidades: toneladas ³¹

Tipo Carga	Viana do Castelo [Ton]	Douro e Leixões [Ton]	Aveiro [Ton]	Figueira da Foz [Ton]	Lisboa [Ton]	Setúbal [Ton]	Sines [Ton]
Fracionada	170 574	487 152	1 350 038	396 060	438 812	1 212 426	28 774
Contentorizada	0	3 539 005	0	121 521	5 159 454	113 149	658 483
Roll on - Roll off	0	9 108	0	0	11 290	375 756	0
Granéis Sólidos	376 009	2 302 441	1 442 521	439 001	5 202 885	3 224 267	5 801 572
Granéis Líquidos	58 406	7 713 004	536 257	0	1 608 465	1 716 538	18 552 678
Total	604 989	14 050 710	3 328 816	956 582	12 420 906	6 642 136	25 041 507

2.9.1.6. Contexto financeiro

As instalações dos maiores portos marítimos têm sido financiados através de recursos públicos, incluindo a ajuda da União Europeia (fundos europeus, principalmente) e de capitais próprios das autoridades portuárias responsáveis. As intervenções de manutenção nos principais portos são normalmente da responsabilidade da autoridade portuária. Relativamente aos portos secundários, o governo assume todos os investimentos.

As autoridades portuárias podem beneficiar de múltiplas fontes de receitas como as tarifas cobradas diretamente aos utilizadores do porto, as rendas dos concessionários estabelecidas no contrato e até mesmo rendas provenientes de armazéns ou restaurantes desde que localizados em zonas pertencentes ao porto.

2.9.2. Reino Unido

O Reino Unido é o palco mais avançado na privatização do sector portuário em todo o mundo, onde atuam aproximadamente mais de 120 portos comercialmente ativos³² (House of commons transport committee, 2007). Nos termos de regulação económica é exercida uma política *laissez faire*³³. O governo entende que a estratégia comercial e os investimentos da gestão do sector portuário não devem ser da sua responsabilidade. É assumido, na maioria dos portos, a independência das autoridades portuárias face ao governo. Ou seja, não existe qualquer autoridade portuária central no país, à exceção dos portos com menores dimensões que são normalmente dirigidos pelas autoridades locais. Segundo Carvalho e Marques (2007) o grau de liberalização é manifestado por um mercado dinâmico, onde fusões e aquisições de empresas são comuns.

³¹ A tabela 3 teve como base o sítio de internet: http://www.imarpor.pt/informacao_tecnica/estatisticas.htm (23-09-2014) – Administração Portuária, Consolidação e adaptação: IMT; I.P.).

³² Reino Unido detém no total aproximadamente 650 portos, contudo muitos são de lazer.

³³ Política em que o mercado deve funcionar de um modo livre.

Os portos não recebem subsídios do estado e, logo têm que se autofinanciar para cobrir as suas necessidades de investimento e desenvolvimento. Estas empresas privadas podem ser financiadas através de empréstimos sobre os seus ativos e podem originar dividendos assim como atrair acionistas, conforme o seu desempenho. Sotto Maior (2006) refere ainda que os clientes têm sempre o direito de reclamar e recorrer aos tribunais relativamente às taxas exigidas, as quais devem ser razoáveis, sendo normalmente negociadas comercialmente. As taxas portuárias devem gerar o *cash flow* necessário para fazer face aos custos operacionais e aos custos fixos (investimento e manutenção).

Nos dias de hoje, a atividade portuária no Reino Unido, é essencialmente constituída por três modelos de governação portuária: os portos privados, os *trust ports* e os portos municipais. Todos estão sujeitos às forças do mercado, independentemente do governo, e em grande parte sem apoio ou subsídio público. Os *trust ports* são administrados por entidades próprias sem fins lucrativos, aprovadas por diplomas denominados *Act of Parliament*³⁴, ou pelo Departamento de Transportes Britânico. Desta maneira, estes portos têm que se autofinanciar, de modo que consigam cobrir os seus custos e futuros investimentos. Os portos municipais pertencem e são geridos pelas autoridades locais, englobam acima de tudo portos de pequenas dimensões. Os portos privados atuam independentemente do governo nacional e local (o presidente e o conselho de administração são nomeados pelos acionistas), mas têm que respeitar as exigências do diploma (*Act of Parliament*) que aprovou a sua privatização. Por último, existem ainda os portos públicos, que são um número irrelevante e dependem da sociedade anónima, denominada de *British Waterways Board*.

No Reino Unido, em 2013, foram movimentados no total aproximadamente 456.573.000 toneladas de carga pelos portos marítimos. De acordo com a figura 8, o sector em destaque é a movimentação de granéis líquidos, enquanto os granéis sólidos ocupam a segunda posição. O sector dos contentores apresenta um valor muito aquém do esperado, registando apenas a quarta posição com 55.300.000 toneladas distribuídas.

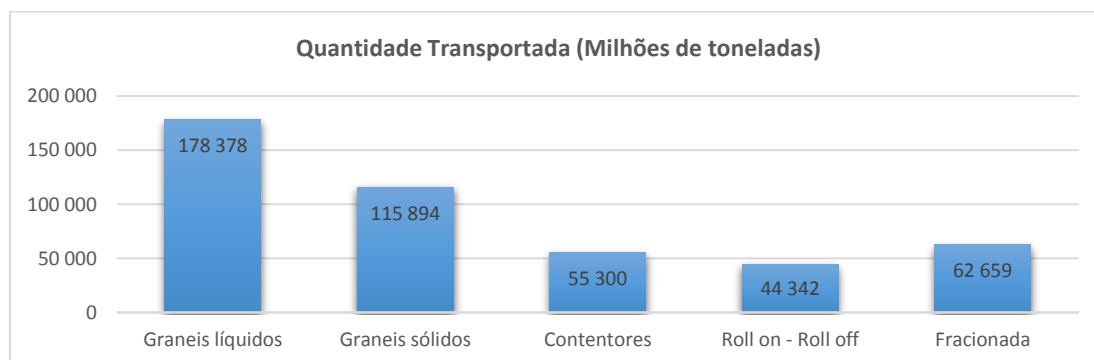


Figura 8 - Carga movimentada no sistema portuário do Reino Unido em 2013 (Eurostat)

³⁴ Conjunto de leis oficialmente aceites por um parlamento (Parlamento Britânico).

2.9.3. Países Baixos

A costa holandesa situa-se numa região favorável, onde o nível de competitividade entre os portos é bastante elevado.³⁵ Segundo Sotto Maior (2006), entre os portos dos Países Baixos destacam-se o de Roterdão e o de Amesterdão. De acordo com as estatísticas do concelho nacional dos portos,³⁶ estes, em 2013, movimentaram aproximadamente 548,3 milhões de toneladas.

O porto de Roterdão é de longe o mais movimentado de toda a Europa, sendo o mais importante do país. Este é dirigido por uma entidade independente³⁷ desde 2004, sendo o município de Roterdão o principal *shareholder*.

Na Holanda, a administração pública é formada pela administração central, a administração regional e a administração municipal. As administrações portuárias de pequena dimensão estão, normalmente, integradas em municípios, podendo formar parcerias entre os próprios municípios ou com as administrações regionais.³⁸ Estas parcerias são, por norma, constituídas quando a importância socioeconómica do porto se expande por mais do que um município.

O governo da Holanda segue o modelo de *landlord port*. Segundo Lafuente (2012), nestes portos, as infraestruturas, que são utilizadas pelos operadores privados para prestar os serviços aos utilizadores, são concedidas pelas autoridades portuárias a partir de contratos de *leasing*. As autoridades portuárias são remuneradas através de pagamentos pelos utilizadores do porto e pelos contratos de *leasing* das infraestruturas através de entidades privadas. Os investimentos em infraestruturas são geralmente financiados, em parte ou totalmente, pelas entidades privadas, mas sempre com o apoio da autoridade portuária. Cada autoridade portuária é livre de instituir o seu próprio regulamento e tem poder para definir as tarifas e rendas de *leasing*. Relativamente aos preços praticados pelos operadores privados, estes têm a liberdade de negociar com os seus clientes, exceto no serviço de pilotagem.³⁹

Contudo, existem ainda alguns portos privados mas em muito menor quantidade comparativamente aos que existem no Reino Unido. Segundo Carvalho e Marques (2007), o porto de *Hoogovens* é um exemplo.

A partir da figura 9 conclui-se que os tipos de carga mais movimentada no ano de 2013 nos Países Baixos foram os granéis líquidos, os granéis sólidos e os contentores, respetivamente por ordem decrescente. É importante não deixar de referir que os granéis líquidos tiveram

³⁵ Apenas naquela região estão situados portos, como o de Antuérpia, Roterdão e Amesterdão.

³⁶ *National Havenraad*.

³⁷ *Havenbedrijf Rotterdam N.V.*

³⁸ As parcerias são denominadas como *Havenschappen*.

³⁹ Por ser uma atividade exclusiva do *National Organization of Pilots*, ou seja, os preços são definidos pelo ministro dos transportes (Carvalho e Marques, 2007).

quase o dobro das toneladas movimentadas em relação aos granéis sólidos e o triplo em relação aos contentores.

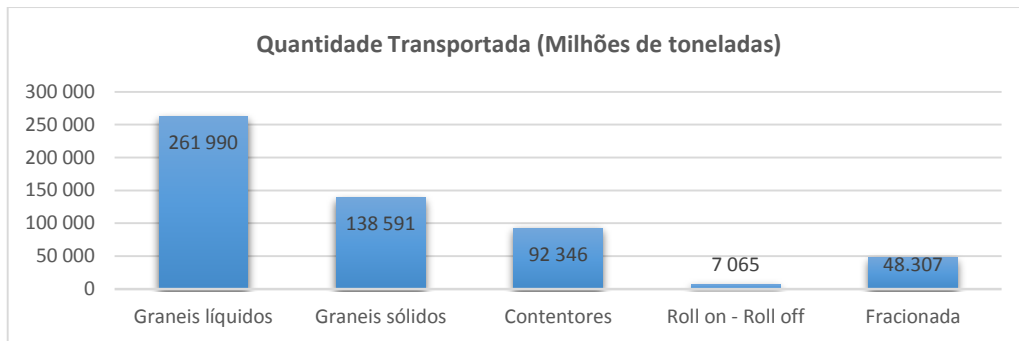


Figura 9 - Carga movimentada no sistema portuário de Países Baixos em 2013 (Eurostat)

2.9.4. Espanha

O sistema portuário espanhol compreende 44 portos de interesse geral. Estes são controlados através de 28 autoridades portuárias e seguem o modelo *landlord* (as AP estão responsáveis por regular a prestação de serviços, enquanto os operadores privados concretizam a prestação de serviços portuários através de licenciamento ou contratos de concessão⁴⁰). Segundo Fuentes (2009), os *Puertos del Estado*⁴¹ são responsáveis pela regulação da política portuária do governo e pela coordenação de todo este sistema portuário. Estes têm as suas próprias fontes de receita e controlam o *Interport Compensation Fund*⁴².

As tarifas pagas à autoridade portuária para a prestação de serviços são negociáveis, mas não devem ser inferior ao custo da prestação dos serviços. As taxas cobradas pelas entidades privadas são reguladas pela autoridade portuária, ainda assim, as primeiras têm a liberdade de estabelecer os seus próprios descontos comerciais. Manzano (2004) afirma que as autoridades portuárias de Espanha têm como base dois pilares de rendimento. Por um lado, possuem as taxas de serviço portuário, e por outro lado, têm as rendas das concessões, atividades comerciais e industriais dentro do recinto portuário. Apesar da aplicação do modelo de autofinanciamento, a maior parte das autoridades portuárias espanholas ainda estão a ser

⁴⁰ O decreto real 13/2003 define o conjunto de direitos e obrigações do concessionário. A entidade privada fica com o direito de explorar a obra pública e receber uma remuneração. Esta, de acordo com os termos acordados no contrato, tem a obrigação de efetuar a obra, gerir a obra pública assumindo o risco económico da sua gestão durante o prazo estabelecido no contrato, fazer a manutenção das infraestruturas, indemnizar terceiros por danos causados pela execução e exploração das obras, garantir o equilíbrio ambiental e proteger e preservar os valores ecológicos ligados à concessão. As autoridades portuárias são entidades públicas autónomas, com capacidade jurídica e património próprio. São responsáveis pela administração, gestão e exploração de um ou vários portos. Segundo Fuentes (2009) é responsabilidade das autoridades portuárias gerir as concessões e outras formas de participação privada.

⁴¹ Organismo público para execução da política portuária do governo e da coordenação e controle da eficiência do sistema portuário.

⁴² O *Interport Compensation Fund* é principalmente usado para apoiar as despesas de manutenção marítima e os investimentos em Espanha.

apoiadas pelo estado. Para além disso, o *European Cohesion Fund* fornece um apoio financeiro significativo para o desenvolvimento das infraestruturas marítimas.

No ano 2013 foram registados aproximadamente 377.549.000 toneladas de carga movimentada pelos portos de Espanha. A partir da figura 10 constata-se, por ordem decrescente, que os granéis líquidos, os contentores e os granéis sólidos pertencem ao *top três* no tipo de carga movimentada.

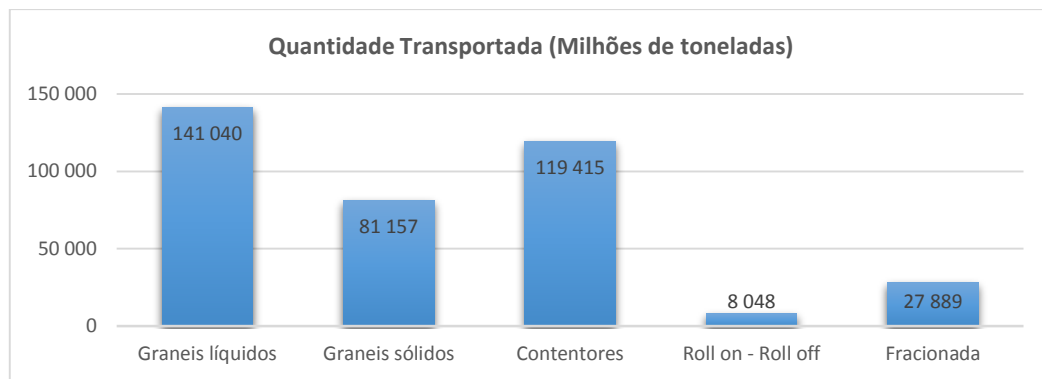


Figura 10 - Carga movimentada no sistema portuário de Espanha em 2013 (Eurostat)

2.9.5. Alemanha

O sector portuário alemão envolve 29 portos marítimos comercialmente ativos (Lafuente, 2012) e apresenta uma costa propícia para o desenvolvimento desta atividade.

Em relação à governação dos portos, o estado considera ser sua responsabilidade, nomeadamente a estratégia comercial e os investimentos. Neste sentido, são criadas leis que regulam os direitos e obrigações dos utilizadores do porto e das entidades privadas (Lafuente, 2012). Por norma, o fornecimento de recursos financeiros para o investimento e constituição do interior de um porto são da autoria do estado. Este, como reembolso, recebe as receitas provenientes das atividades nos portos. De modo a obter o máximo de rendimento, o estado permite o uso de contratos de concessão através da utilização de serviços de entidades privadas.⁴³

A Alemanha detém o segundo maior porto de contentores da Europa, o porto de Hamburgo. Este é administrado pela *Hamburg Port Authority* (HPA) e segue o modelo *landlord*, modelo usado neste país.

No ano de 2013, a Alemanha movimentou aproximadamente 294,5 milhões de toneladas de mercadoria no sector de transporte marítimo. Conforme a figura 11 ilustra, a movimentação de

⁴³ O fornecimento da infraestrutura compete, geralmente, ao sector público disponibilizá-lo, enquanto às entidades privadas incumbe investir, manter e executar.

contentores é com firmeza o sector mais ativo, representando quase 45% de toda a mercadoria movimentada no país.

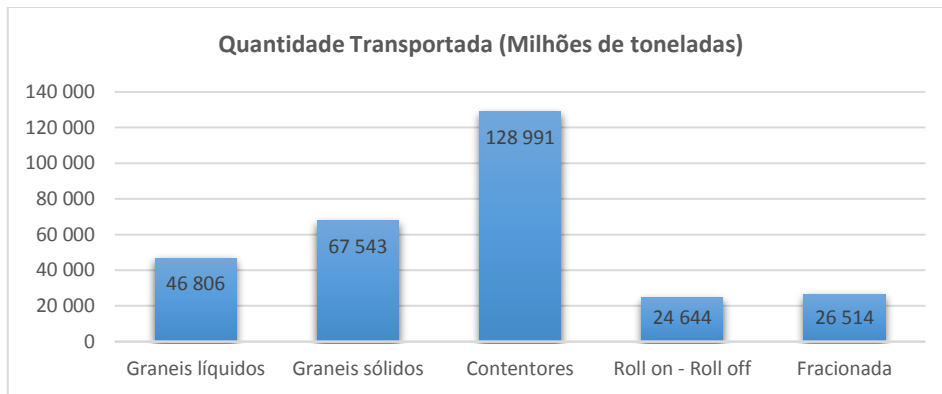


Figura 11 - Carga movimentada no sistema portuário da Alemanha em 2013 (Eurostat)

Capítulo 3 REVISÃO DE LITERATURA

Nos últimos anos, particularmente durante as duas últimas décadas, vários estudos têm sido realizados para avaliar a eficiência dos portos, aplicando a metodologia de análise de desempenho. Esta revisão ir-se-á focalizar na metodologia DEA, que será a aplicada na dissertação. Estes podem ser divididos em dois grupos, tanto em função dos dados analisados, como em função dos seus objetivos ou seja, das conclusões a que se propõem retirar do problema em análise. Relativamente aos dados analisados, estes podem contemplar vários anos (*panel data*), assim como, podem apenas ser recolhidos para um determinado ano (*cross-sectional data*). No que respeita aos objetivos dos estudos é importante referir que na sua maioria, os estudos mais antigos se focaram essencialmente na eficiência dos terminais de contentores. Pelo contrário, os estudos mais recentes nomeadamente os de Barros (2006), Barros, et al. (2007), Carvalho e Marques (2007), Nigra e Marques (2010) e Pjevcevic, et al. (2012) analisaram a eficiência de um porto como um todo. Assim, estes últimos estudos passaram a introduzir como *output* os vários tipos de carga movimentados separadamente, e não apenas o número total de contentores movimentados, foco principal dos estudos mais antigos.

Seguidamente apresentam-se de forma resumida alguns dos estudos efetuados neste sector para análise da eficiência e com recurso à metodologia DEA.

Tongzon (2001) aplicou no seu estudo a abordagem DEA⁴⁴ para analisar a eficiência de quatro portos australianos e outros doze portos internacionais, todos considerados com um nível elevado de movimentação de contentores. O autor considerou dois *outputs* (número total em TEUs de contentores movimentados; taxa de trabalho por navio⁴⁵) e seis *inputs* (número de gruas; número de contentores de cais; número de rebocadores; área do terminal; tempo de atraso⁴⁶; número de trabalhadores⁴⁷), estes dados dizem respeito ao ano de 1996. Inicialmente, muitos portos foram considerados como ineficientes tornando os resultados pouco consistentes, devido à especificação utilizada, pelo que Tongzon optou por retirar a variável taxa de trabalho por navio. Por fim, após a reformulação, quatro portos foram considerados ineficientes, segundo o modelo DEA-Additive e dez foram considerados ineficientes segundo a DEA_{CCR}. Os quatro portos avaliados como os mais ineficientes, segundo a abordagem DEA_{CCR},

⁴⁴ Os modelos utilizados foram a DEA-Additive e a DEA_{CCR}.

⁴⁵ Definido como o número de contentores movimentados por hora de trabalho por navio.

⁴⁶ O tempo de atraso foi calculado através da diferença entre o tempo total do navio atracado mais o tempo de espera para atracar com o tempo que o navio demorou efetivamente na carga e descarga da mercadoria.

⁴⁷ Relativamente a esta variável foi adotado um valor estimado por não existirem dados completamente fiáveis pelas AP segundo o autor.

foram o de *Melbourne*, *Roterdão*, *Yokohama* e *Osaka*. O autor justificou esta ineficiência devido à falta de cais de contentores, área do terminal e ao elevado número de trabalhadores.

Wang, *et. al* (2003) analisaram a eficiência dos terminais de contentores a partir das metodologias DEA e FDH⁴⁸. O estudo realizado teve como objetivo a avaliação da eficiência dos portos e terminais mais importantes do mundo utilizando informação relativa ao ano de 2001. Os resultados ditam que estas duas metodologias levam a conclusões bastantes diferentes. Os autores usaram a movimentação de contentores em TEUs como *output* e o comprimento do cais, a área do terminal, o número de pórticos de cais, de pórticos de parque e de *straddle carriers*⁴⁹ como *inputs*. Neste estudo concluiu-se que os terminais dentro do mesmo porto podem apresentar resultados de eficiência completamente diferentes. Segundo os autores, a eficiência de um porto não é influenciada apenas pelo seu resultado ou tamanho de produção (eficiência de escala).

Lin e Tseng (2005) realizaram o primeiro estudo utilizando simultaneamente as metodologias SFA e DEA. Este estudo tinha como objetivo a medida da eficiência de operação de vinte e sete portos de contentores internacionais desde o ano 1999 até 2002. Usaram três *inputs* (gruas de pórticos para contentores, em unidades; comprimento do cais, em quilómetros; equipamento para estiva, em unidades) e um *output* (movimentação de contentores, em TEUs). Lin e Tseng (2005) tinham inicialmente considerado quatro *inputs* mas acabaram por retirar a variável, parque de contentores, por verificarem que não influenciava o resultado final. O porto de Hong Kong demonstrou ter o melhor desempenho nos quatro testes realizados (SFA_{TR}, SFA_{CD}; DEA_{BCC}; DEA_{CCR})⁵⁰. Os restantes portos variaram a sua posição consoante o modelo aplicado. Neste artigo são ainda consideradas três hipóteses para a avaliação do desempenho: a localização geográfica do porto, a estrutura administrativa e a taxa de crescimento económico do país. Os resultados demonstram que as eficiências de operação não são significativamente dependentes com as duas primeiras hipóteses (localização geográfica do porto e a estrutura administrativa); contudo, a última hipótese demonstra uma dependência significativa com o modelo DEA (taxa de crescimento económica de um país).

Barros (2006) avaliou o desempenho de vinte e quatro portos italianos para os anos de 2002 e 2003. As metodologias usadas pelo autor foram a DEA_{BCC} e a DEA_{CCR} (aplicando a orientação *output*). O autor utilizou como variáveis três *inputs* (o número de funcionários, o valor investido em capital e o custo do tamanho das operações) e sete *outputs* (granéis líquidos, granéis sólidos, número de navios, número de passageiros, número de contentores em TEU, número de contentores sem ser em TEU e o total de vendas). Através do modelo DEA_{CCR} dezasseis portos foram considerados ineficientes, enquanto utilizando a DEA_{BCC} foram apenas oito.

⁴⁸ *Free Disposal Hull*, modelo não paramétrico que estima uma fronteira de eficiência.

⁴⁹ Ver anexo IV.

⁵⁰ SFA_{TR} (*Translog funcion*), SFA_{CD} (*Cobb-Douglas*); DEA_{BCC}; DEA_{CCR}.

Segundo o estudo, a maior parte dos portos apresentou rendimentos de escala decrescentes. O porto de *Trapavi* alcançou a eficiência máxima para os dois modelos praticados.

Cullinane, Song e Ji (2006) desenvolveram o estudo com a finalidade de comparar os resultados obtidos a partir da aplicação das metodologias DEA e SFA⁵¹, para a estimativa da eficiência técnica. Para os autores, estas estimativas têm como objetivo serem utilizadas para o auxílio do governo da política de portos (nacional, regional ou municipal) ou para a tomada de decisão de gestão, quer ao nível da autoridade portuária quer de entidades privadas. Os autores basearam-se em cinquenta e sete terminais de contentores (classificados no *top 30* no ano de 2001). O comprimento do cais, a área do terminal, o número de pórticos de cais, o número de pórticos de parque e o número de *straddle carrier* foram os *inputs* considerados, enquanto o *output* foi apenas o número da movimentação de contentores (em TEU). Através dos resultados obtidos observou-se que o modelo DEA_{CCR} apresenta uma eficiência média mais baixa que o modelo DEA_{BCC} , com os valores de 0,58 e 0,74, respetivamente (assim como, são considerados nove e vinte e dois portos eficientes para cada modelo, respetivamente). Segundo a análise do coeficiente de correlação de *Spearman* verificou-se, mesmo sendo independentes as técnicas SFA e DEA, uma alto nível de correlação entre as eficiências estimadas. Os autores concluíram, conforme os resultados obtidos, existir maior eficiência técnica e de escala para os portos com maior participação privada e para os portos especializados em transbordo.

Wang e Cullinane (2006) avaliaram o desempenho de cento e quatro terminais de contentores, distribuídos por vinte e nove países da região da Europa, para o ano de 2003, com a preocupação de uma nova era, onde a gestão de cadeia de abastecimento era caracterizada como o principal *core business*. As metodologias utilizadas neste estudo foram a DEA_{BCC} e a DEA_{CCR} (com orientação *input*) e as variáveis que integraram o modelo foram três *inputs* (comprimento do cais, área do terminal e custo total do equipamento) e um *output* (movimentação de contentores). No modelo DEA_{BCC} foram considerados nove portos eficientes enquanto para a DEA_{CCR} apenas sete. O estudo revelou, dos cento e quatro portos, cinquenta e quatro exibiram rendimentos de escala constante, trinta e nove rendimentos de escala crescente e onze rendimentos de escala decrescente. Os autores relacionaram estes resultados com o tamanho dos terminais avaliados e observaram que os maiores (classificados como tendo uma movimentação anual superior a um milhão de TEUs) estavam bastante correlacionados com o rendimento de escala decrescente e os mais pequenos (classificados como tendo uma movimentação anual inferior a um milhão de TEUs) estavam ligados a rendimentos de escala crescente e constante. Por último, concluíram que a eficiência de um porto é significativamente influenciada pela produção de escala, ou seja, quanto maior for a produção de um porto (movimentação de contentores) maior é a probabilidade deste apresentar maior eficiência; e que a eficiência média dos terminais de contentores se diferencia

⁵¹ *Stochastic Frontier Analysis* (No estudo foram aplicados as seguintes distribuições: *half-normal*, *truncated normal*, *exponencial* e *gamma*).

de região para região (as ilhas Britânicas e a Europa Ocidental apresentaram as maiores eficiência médias enquanto a região da Escandinávia e dos países da Europa do Leste apresentaram os piores resultados).

Barros, Al-Eraqi, Mustaffa, Khader (2007) aplicaram as metodologias DEA_{BCC} e DEA_{CCR} a vinte e dois portos nas regiões do Médio Oriente e África Oriental. O estudo realizado teve como objetivo a avaliação de eficiência dos portos analisados e a seleção da localização ótima para o transbordo. O comprimento do cais, a área do terminal e a distância de cada porto ao ponto de referência – porto de Hong Kong, foram os *inputs* definidos; enquanto o número de escalas efetuados pelos navios e a movimentação de carga (contentores, granéis líquidos e sólidos) foram considerados como *outputs*. Os autores concluíram que a maioria dos portos deve aumentar o nível de *output* até 50% do seu estado atual, mantendo o mesmo nível de *inputs* para atingir um nível de eficiência ótimo. Concluíram ainda que, a ineficiência dos portos se deve sobretudo ao número reduzido de escala efetuado pelos navios e à sua fraca movimentação de carga. Por fim, definiram a localização geográfica, os equipamentos intangíveis, a capacidade do cais e a área de armazenamento como *inputs* importantes para o ótimo desempenho de um porto. Dos vinte e dois portos analisados, existiam apenas três a operar eficientemente (*Khor Fakkan Sharjah, Mombasa Kenya e Dubai Emirates*).

Carvalho e Marques (2007) começaram por descrever a reforma global do sector portuário português e analisam os termos de regulação política, o modelo de governação, a escala de operação e o enquadramento institucional de quatro países (Portugal, Espanha, Reino Unido e Países Baixos) de modo a ser realizada uma abordagem completa ao tema em questão. Este estudo teve como base a metodologia DEA orientada para os *inputs*. Os *inputs* escolhidos foram $OPEX^{52}$ e $CAPEX^{53}$ enquanto os *outputs* considerados foram a movimentação de carga mas desfragmentada em cinco tipos de mercadoria (fracionada, contentorizada, Ro-Ro, granéis sólidos e granéis líquidos) e o tráfico de passageiros. Os autores justificam a escolha destas variáveis afirmando que aquilo que está a ser avaliado é o desempenho de um porto em geral e não apenas a movimentação de contentores em particular. Todos os portos portugueses apresentaram uma eficiência muito baixa, à exceção do porto de Lisboa que foi considerado como eficiente devido ao alto volume de tráfico de passageiros. Segundo esta análise, se todos os portos portugueses alcançassem o nível de eficiência ótimo, Portugal conseguiria poupar, apenas neste sector, um valor aproximado dos 64 milhões de euros por ano.⁵⁴ Na amostra estão incluídos quarenta e um portos para onze países europeus. O modelo DEA_{VRS} destacou catorze portos como eficientes (Lisboa, Amesterdão, Antuérpia, Calais, Dover, Ferrol-San Cibrao, Larvik, Londres, Milford Haven, Piraeus, Roterdão, Szczecin-Swinoujscie, Valencia e Zelândia). Contudo, o modelo DEA_{CRS} considerou apenas doze portos eficientes (os mesmos

⁵² Custos operacionais, na literatura inglesa: *Operational Expenses (OPEX)*.

⁵³ Investimento em bens de capital, na literatura inglesa: *Capital Expenses (CAPEX)*.

⁵⁴ Eficiência de escala não pode ser a causa para a ineficiência visto que a maior parte dos portos em Portugal apresentam uma escala de eficiência relativamente alta.

com exceção dos de Amesterdão e Roterdão). Carvalho e Marques concluíram também que os países do sul Europeu apresentam resultados de eficiência mais baixos que os do norte. Observaram ainda que, em termos nacionais, o Reino Unido e os Países Baixos apresentaram os melhores resultados de eficiência.⁵⁵

Nigra, e Marques (2010) avaliaram o desempenho de cinquenta e sete portos mundiais (sendo que vinte e um pertenciam à península Ibérica), para o ano de 2008. As metodologias usadas pelos autores foram a DEA_{BCC} e a DEA_{CCR} e as variáveis utilizadas na análise envolveram três *inputs* (*CAPEX*, funcionários e outros custos operacionais) e quatro *outputs* (carga geral, granéis sólidos, granéis líquidos e passageiros). No modelo DEA_{BCC} foram considerados eficientes quinze portos (Lisboa, Barcelona, Antuérpia, Roterdão, Zelândia, Riga, *Larvik*, *Aberdeen*, *Pool Harbour*, Vitória, *Chacabuco*, *Halifax*, Singapura, *Melbourne* e *Hedland*); enquanto na DEA_{CCR} apenas dez foram considerados eficientes (Lisboa, Antuérpia, Zelândia, Riga, *Aberdeen*, *Pool Harbour*, Vitória, Singapura, *Melbourne* e *Hedland*). Neste estudo, concluiu-se, que de acordo com as metodologias usadas, os portos portugueses tiveram, em média, níveis de desempenho mais elevados que os espanhóis no ano de 2008 (se tivesse sido excluída a variável tráfego de passageiros, a situação reverter-se-ia, isto porque o porto de Lisboa apresenta um enorme tráfego). Se os portos portugueses fossem considerados eficientes, existiria, segundo os autores, uma poupança no valor de 50.879 milhões de euros (*CAPEX* e outros custos operacionais) e no total de 474 funcionários, para o ano de 2008. No caso espanhol a poupança atingiria o valor de 269.739 milhões de euros e 2.833 funcionários, para o mesmo ano. Como expectável, os portos que apresentaram os melhores resultados foram sobretudo os do norte da Europa.⁵⁶ O principal objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho dos portos Ibéricos, comparando-os com os dos restantes países.

Munisamy (2010) aplicou a metodologia DEA_{BCC} e DEA_{CCR} , com orientação *output*, para sessenta e nove portos de contentores na região da Ásia. O estudo realizado teve como finalidade encontrar as *best practices* dessa região, proporcionando diretrizes para melhorar o futuro desempenho dos portos. O autor utilizou como variáveis cinco *inputs* (comprimento do cais, área do terminal, total de pontos de refrigeração para os contentores, total de pórticos de cais, total de equipamentos utilizados dentro do terminal ⁵⁷) e um *output* (movimentação total de contentores em TEUs). Os portos dos países da China, Bangladesh, Camboja, Índia, Filipinas e Singapura foram os que apresentaram os melhores resultados. A abordagem DEA_{CCR} destacou doze portos como eficientes enquanto a DEA_{BCC} vinte e um. Os dados obtidos permitiram deduzir que a ineficiência técnica é a principal fonte da ineficiência global nos portos Asiáticos, em comparação à ineficiência de escala. Munisamy concluiu assim que

⁵⁵ Referencia o facto de enquanto o Reino Unido utilizar o modelo de administração totalmente privado, nos Países Baixos tal já não acontece e ambos apresentam os melhores níveis de eficiência, mesmo com modelos de gestão completamente distintos.

⁵⁶ Os países com os melhores resultados foram: Países Baixos, Bélgica, Reino Unido, Letónia, Austrália, Chile e Singapura.

⁵⁷ Este *input* agrega a soma dos seguintes equipamentos: rebocadores, pórticos de parque, *reach-stackers*, manipuladores e *forklifts*.

os portos devem primeiro modernizar a administração e a gestão através da introdução de novos sistemas tecnológicos adequados, práticas de trabalho e equipamentos ou ferramentas de apoio, e mais tarde, preocuparem-se com a eficiência de escala.

Pjevcevic, Radonjic, Hrle e Colic (2012) aplicaram a metodologia DEA para análise e avaliação de eficiência dos cinco portos⁵⁸ instalados no rio Danúbio na Sérvia, com o objetivo de estimar a eficiência destes portos para os anos 2001-2008 e encontrar as respetivas fontes de ineficiência. Os autores recolheram dados relativos a oito anos (2001-2008) para cada um dos portos, para que seja possível efetuar uma avaliação entre os diferentes períodos, assim como, no mesmo período. As variáveis selecionadas para serem introduzidas no modelo foram a área total dos armazéns, o comprimento do cais e o número de guindastes como *inputs* e a movimentação de carga (em toneladas) por ano como *output*. A avaliação compreende os oito anos mas é realizada através de uma média em períodos de quatro anos. Concluiu-se através da metodologia aplicada, com a média a quatro anos, que o porto de *Prahovo* é o mais ineficiente, enquanto o de *Pancevo* é considerado o mais eficiente, apesar do porto de *Smederevo* registar os resultados mais atraentes nos últimos anos, ou seja, tem registado uma evolução muito acentuada. Os autores consideram que a ineficiência dos portos tem origem nas capacidades demasiadas excessivas em relação aos seus resultados. Logo, para colmatar o problema, sugerem ser necessário atrair mais clientes (empresas de transporte) ou aumentar a carga que pode ser movimentada, e alugar o seu equipamento para outras entidades com a finalidade de aumentar a movimentação de carga para o mesmo número de *inputs*.

Lu e Wang (2012) desenvolveram o estudo com a finalidade de minimizar os *inputs* e maximizar os *outputs*, através das metodologias DEA_{CCR} , DEA_{BCC} e $DEA_{Super\ Efficiency}$, de modo a adquirir uma variedade analítica de resultados e eficiência para trinta e um dos maiores portos, para o ano de 2008, localizados na China e Coreia, definidos como a amostra do problema. As variáveis introduzidas no modelo foram a área do terminal por cais, o número de pórticos de cais por cais, o número de pórticos de parque por cais, o número de rebocadores por cais, o comprimento do cais e a profundidade do nível da água definidos como *inputs* e a movimentação de contentores por cais como *output*. Os resultados apresentaram valores de eficiência média superior para a DEA_{BCC} , em relação ao DEA_{CCR} . A metodologia $DEA_{Super\ Efficiency}$ foi introduzida no estudo com a finalidade de ser possível identificar, entre os portos considerados eficientes, as diferentes pontuações de cada um e consecutivamente estabelecer uma classificação nivelada. Para além da análise do valor da eficiência, a abordagem de variáveis de folga,⁵⁹ o método de rendimento de escala e a análise de sensibilidade, foram também devidamente avaliadas. Os autores concluíram, entre os portos considerados eficientes,⁶⁰ o WQ-2(C)⁶¹ se destaca em primeiro lugar na classificação. No entanto, outras

⁵⁸ *Prahovo, Smederevo, Belgrade, Novi Sad e Pancevo.*

⁵⁹ *Slack variable.*

⁶⁰ A metodologia DEA_{CCR} estimou onze terminais eficientes enquanto a DEA_{BCC} doze.

⁶¹ Terminal situado na China, *Shanghai.*

deduções foram, através dos resultados empíricos, identificadas, como o gasto substancial no processo de produção nos terminais, a existência de apenas crescentes e constantes rendimentos de escala, e uma maior eficiência média nos terminais situados na China do que na Coreia. Por último, concluíram ainda que os portos da China apresentaram melhor desempenho, devido a grandes investimentos realizados (eficiência de escala) e que estão diretamente associados a rendimentos de escala constante. Enquanto os situados na Coreia, ao apresentarem melhores níveis de eficiência técnica pura,⁶² estão na generalidade associados a rendimentos de escala crescente.

Lu e Park (2013) tiveram como objetivo investigar a relação entre os diferentes indicadores de *performance* num terminal de contentores e determinar quais os fatores com maior impacto na sua produtividade. As metodologias utilizadas foram a DEA_{CCR} e o RA ⁶³ para uma amostra de vinte e oito terminais de contentores respeitantes ao ano de 2008 (referentes a nove portos da Ásia Oriental). As variáveis independentes que foram introduzidas no modelo são a área total reservada para os contentores, o número de pórticos de cais, o número de pórticos de parque, o número de *yard tractors*⁶⁴ e o comprimento do cais, enquanto a variável dependente é o número de movimentação de contentores. De acordo com a análise DEA_{CCR} , os terminais de contentores de *Hong Kong*, *Shenzhen* e *Ningbo*, foram os considerados eficientes. A partir dos dois modelos, DEA_{CCR} e análise de regressão, concluiu-se que o número de *yard tractors* e o número de pórticos de parque são as variáveis críticas, ou seja, que têm um maior impacto na movimentação de contentores.

Munisamy e Jun (2013) aplicaram a metodologia DEA_{BCC} e DEA_{CCR} com a finalidade de realizar um estudo de *benchmarking* de trinta terminais portuários de contentores da região da América Latina entre os anos de 2000 a 2008.⁶⁵ Para além disto, os autores pretendiam ainda investigar possíveis mudanças de eficiência técnica pura, de eficiência de escala e da natureza dos rendimentos de escala para os portos analisados melhorarem a sua performance. As variáveis usadas para a execução do modelo foram: o comprimento do cais, a área do terminal, os pórticos de cais, os pórticos de parque, os *reach stackers* e *straddle carriers*, *forklifts* e *yard tractors* como *inputs*. Como *output* os autores definiram a movimentação de contentores em TEUs. O estudo concluiu, usando a metodologia DEA, que o nível médio de eficiência técnica pura e de eficiência de escala aumentou durante o período de 2000 a 2008. Os terminais de contentores da América Central foram os que alcançaram os melhores níveis de eficiência. Pelo contrário, os terminais portuários das Caraíbas apresentaram os piores resultados, sobretudo, devido à ineficiência de escala. Desta maneira, os autores sugerem que estes últimos portos para melhorarem a sua performance, se devem essencialmente focar no aumento da eficiência de escala e deixar o aumento da eficiência técnica apenas para segundo

⁶² Utilizam os seus recursos de melhor forma.

⁶³ *Regression Analysis*.

⁶⁴ Em Anexo IV.

⁶⁵ Mais especificamente: América Central, América do Sul e Caraíbas.

plano. O oposto se verificou com os portos da América do Sul e América Central que obtiveram os piores resultados, principalmente, devido à ineficiência técnica pura que apresentaram. No que respeita ao rendimento de escala, os autores verificaram que a maior parte dos portos da América Latina apresentaram um crescente rendimento de escala mas apenas alguns alcançaram o rendimento de escala ótimo. Desta maneira, o estudo conclui que os portos que operaram com rendimentos de escala crescente, para alcançarem uma eficiência significativa através do aumento de escala de operações, deveriam focar-se na expansão (via crescimento de capacidade dos inputs) e estabelecimento de alianças estratégicas com outros portos e empresas de navegação.

Shin e Jeong (2013) aplicaram a metodologia DEA_{BCC} (orientado para o modelo *output*) e o modelo de função de distância direcional, com o intuito de avaliar quais os terminais de contentores que apresentavam melhores resultados. Os autores recolheram os dados relativos a quatro anos (2007 a 2010), para oito DMU's (terminais de contentores), pertencentes aos portos de *Busan* e *Kwangyang*. O comprimento de cais, o número de guias de contentores e a área da zona dos contentores foram os *inputs* usados no modelo. Por sua vez, o número de movimentação de contentores e a emissão de CO_2 foram os *outputs* (sendo o primeiro, o *output* desejado, e o segundo, o indesejado). Shin e Jeong observaram através de análises estatísticas uma elevada correlação entre o número de contentores movimentados e a emissão de CO_2 e, embora menor mas também bastante elevada, a correlação entre o número de guias com o número de contentores movimentados. Ou seja, os autores concluíram que para o aumento de movimentação de contentores (*output* desejável) seria necessário um grande investimento no número de guias de contentores, mas que por sua vez, iria implicar um grande aumento de emissão de CO_2 (*output* indesejável). Os resultados destacaram a emissão de CO_2 , pois apresentou uma eficiência média significativamente superior ao número de movimentação de contentores (número de terminais considerados eficientes por cada uma das variáveis dependentes ao longo dos quatro anos. A variável indesejada obteve sete terminais considerados eficientes, 21,8% da amostra, enquanto a variável desejada apenas contou com quatro, 12,5%). O estudo avaliou os terminais de contentores *Gamman* e *Singamman* para 2007 e *Sinseondae* e *Uam* para 2010 como eficientes. O pior desempenho ao longo dos quatro anos pertenceu aos terminais referentes ao porto de *Kwangyang* (*Dong Bu*, *KIT* e *Korea Express Co. Ltd.*). Os autores justificaram o desempenho negativo do porto de *Kwangyang* principalmente devido a problemas elevados de escassez de serviços de carga nos contentores,⁶⁶ escassez de contentores especializados (contentores de refrigeração, por exemplo), falta de armazéns, e o desequilíbrio entre a balança de importações e exportações.

Mokhtar e Shah (2013) obtiveram a classificação de eficiência através das metodologias DEA_{BCC} e DEA_{CCR} , a partir de uma orientação *output*. O estudo considerou seis terminais de contentores situados na Malásia, entre os anos de 2003 a 2010, inclusive. As variáveis

⁶⁶ Mais especificamente serviços de LCL – *Less Container Cargo shipment*, preenchimento de carga nos contentores.

incluídas no modelo foram a área do terminal, a profundidade máxima do nível das águas no cais, o comprimento do cais, o índice de pórtico de cais, o índice de empilhamento na área de contentores, o número de veículos e o número de pistas de portões, todos definidos como os *inputs*, e a movimentação de contentores como *output*. Os autores tiveram como objetivo analisar a eficiência dos terminais de contentores que contribuíram significativamente para o desenvolvimento económico da região. A partir dos resultados obtidos observaram-se vinte e cinco portos eficientes através da metodologia DEA_{BCC} e apenas dezanove através da DEA_{CCR} . Por fim, os autores concluíram que o tamanho de um porto não influencia diretamente a sua eficiência através da movimentação de contentores, mas que a eficiência está dependente da afetação eficiente dos recursos pelos operadores do terminal.

Da tabela 4 consta um resumo com os principais estudos na análise da eficiência dos portos elaborados de acordo com a metodologia DEA.

Tabela 4 - Aplicação da metodologia DEA na análise da eficiência de operação nos portos

Autor	Descrição dos dados	Tipo de metodologia	Variáveis Input/Output
Tongzon (2001)	16 portos (4 australianos, 12 internacionais) (1996)	$DEA_{Additive}$ e DEA_{CCR}	<i>Input</i> : número de gruas; número de contentores de cais; número de rebocadores; área do terminal; tempo de atraso; número de trabalhadores. <i>Output</i> : movimentação de contentores; taxa de trabalho por navio.
Wang, Song e Cullinane (2003)	57 terminais (incluídos no <i>top 30</i> portos internacionais) ⁶⁷ (2001)	DEA_{BCC} , DEA_{CCR} e FDH	<i>Input</i> : comprimento do cais; área do terminal; pórtico de cais; pórtico de parque; <i>straddle carriers</i> . <i>Output</i> : movimentação de contentores.
Lin e Tseng (2005)	27 portos de contentores internacionais distribuídos por 18 regiões diferentes (1999 – 2002)	DEA_{BCC} , DEA_{CCR} e SFA	<i>Input</i> : gruas de pórticos para contentores; comprimento do cais de contentores; equipamento para estiva, área do terminal. <i>Output</i> : movimentação de contentores.
Barros (2006)	24 portos italianos (2002 – 2003)	DEA_{BCC} e DEA_{CCR}	<i>Input</i> : número de funcionários; valor investido em capital; custo do tamanho das operações. <i>Output</i> : granéis líquidos; granéis sólidos; número de navios; número de passageiros; número de contentores TEU; número de contentores sem TEU; total de vendas.
Cullinane, Wang, Song e Ji (2006)	57 terminais (incluídos no <i>top 30</i> portos internacionais) ⁶⁸ (2001)	DEA e SFA	<i>Input</i> : comprimento do cais; área do terminal; pórtico de cais; pórtico de parque; <i>straddle carriers</i> . <i>Output</i> : movimentação de contentores.
Wang e Cullinane (2006)	104 terminais de contentores (29 países da Europa) (2003)	DEA_{BCC} e DEA_{CCR}	<i>Input</i> : comprimento do cais; área do terminal; custo total do equipamento. <i>Output</i> : movimentação de contentores.

⁶⁷ À exceção do porto de *Tanjung Pelepas* na Malásia e *San Juan*.

⁶⁸ À exceção do porto de *Tanjung Pelepas* na Malásia e *San Juan*.

Tabela 4 (continuação) - Aplicação da metodologia DEA na análise da eficiência de operação nos portos

Barros, Al-Eraqi, Mustafa e Khader (2007)	22 portos na região África Oriental e Médio Oriente (2000 – 2005)	DEA _{BCC} e DEA _{CCR}	<i>Input</i> : comprimento do cais; área do terminal; distância de cada porto ao ponto de referência – porto de <i>Hong Kong</i> . <i>Output</i> : número de escala de navios; movimentação de carga (contentores e granéis líquidos e sólidos).
Carvalho e Marques (2007)	41 portos europeus de 11 países (2005)	DEA _{BCC} e DEA _{CCR}	<i>Input</i> : OPEX; CAPEX. <i>Output</i> : movimentação de granéis sólidos; granéis líquidos; contentores; carga fracionada; Ro-Ro; tráfico de passageiros.
Nigra e Marques (2010)	57 portos mundiais (sendo que 21 pertencem à península ibérica) (2008)	DEA _{BCC} e DEA _{CCR}	<i>Input</i> : CAPEX; outros custos operacionais; funcionários. <i>Output</i> : movimentação de carga geral; granéis sólidos; granéis líquidos; passeiros.
Munisamy (2010)	69 portos de contentores (17 países da Ásia) (2007)	DEA _{BCC} e DEA _{CCR}	<i>Input</i> : comprimento do cais; área do terminal; total área para contentores frigoríficos; número de pórticos de cais; total do número de equipamentos dentro do terminal. <i>Output</i> : movimentação de contentores.
Pjevcevic, Radonjic, Hrle e Colic (2012)	5 portos (rio Danúbio na Sérvia) (2001-2008)	DEA	<i>Input</i> : área total dos armazéns; comprimento do cais; número de guindastes. <i>Output</i> : movimentação de carga.
Lu e Wang (2012)	31 terminais de contentores (14 portos da China e 17 da Coreia) (2008)	DEA _{BCC} , DEA _{CCR} e DEA (<i>super efficiency</i>)	<i>Input</i> : área do terminal por cais, número de pórticos de cais por cais, número de pórticos de parque por cais, número de rebocadores por cais, comprimento do cais, profundidade da água. <i>Output</i> : movimentação de contentores por cais.
Lu e Park (2013)	28 terminais de contentores (pertencentes a 9 portos da Ásia Oriental)	DEA _{CCR} e RA ⁶⁹	<i>Input</i> : área total reservada aos contentores; número de pórticos de cais; número de pórticos de parque; número de <i>yard tractors</i> ⁷⁰ ; comprimento do cais. <i>Output</i> : movimentação de contentores.
Munisamy e Jun (2013)	30 portos (região da América Latina – América Central, América do Sul e Caraíbas) (2000 – 2008)	DEA _{BCC} e DEA _{CCR}	<i>Input</i> : comprimento do cais; área do terminal; equipamento de cais; pórticos de parque; <i>reach stackers</i> ; <i>straddle carriers</i> ; <i>forklifts</i> ; <i>yard tractors</i> . <i>Output</i> : movimentação de contentores.
Shin e Jeong (2013)	8 terminais (Coreia do Sul) ⁷¹ (2007 – 2010)	DEA _{BCC} e <i>Directional Distance Function Model</i>	<i>Input</i> : comprimento do cais; número de gruas de contentores; área da zona de contentores. <i>Output</i> : movimentação de contentores e emissão de CO ₂ .
Mokhtar e Shah (2013)	6 terminais de contentores (Malásia) (2003 – 2010)	DEA _{BCC} e DEA _{CCR}	<i>Input</i> : área do terminal; profundidade máxima no cais; comprimento do cais; índice pórtico de cais; índice de empilhamento na área de contentores; veículos; número de pistas de portões. <i>Output</i> : movimentação de contentores.

⁶⁹ *Regression Analysis*.⁷⁰ Em Anexo IV.⁷¹ Pertencentes a dois portos: Porto de *Busan* e Porto de *Kwangyang*.

Capítulo 4 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

4.1. Introdução

A produção é definida como um processo em que os *inputs* são identificados, projetados e transformados em *outputs*. A unidade de produção que transforma os recursos em produto é denominada como unidade de decisão independente (DMU⁷²). Na figura 12 encontra-se esquematizado tal processo. Tendo em consideração a existência da limitação dos recursos disponíveis em qualquer indústria, torna-se essencial estudar a qualidade da produção, inclusive a eficiência da utilização dos recursos e a maximização dos produtos. Segundo Wang, Cullinane e Song (2005) esta questão levou a um conceito bastante importante, a *performance*, que é usada para descrever a qualidade da produção.



Figura 12 - Processo de produção - DMU

Os conceitos de produtividade e eficiência reúnem uma enorme importância na avaliação de desempenho. Ambos são importantes no campo da economia tradicional. Segundo Sarafoglou (2002) a eficiência e a produtividade são conceitos chave na economia. Wang, Cullinane e Song (2005) definiram a produtividade de um DMU como a razão entre o *output* e o *input* e a eficiência como um conceito relativo que apenas pode ser avaliada através de um processo de comparação ou *benchmarking*. A eficiência engloba ainda a eficiência técnica, a eficiência de escala e a eficiência de afetação.

A eficiência técnica é definida como a produtividade relativa a um certo período de tempo, espaço, ou ambos. Num contexto económico, a fronteira de produção⁷³ e a fronteira de custo⁷⁴ caracterizam a eficiência técnica, respetivamente como orientada para o *output* e orientada para o *input*. A fronteira de produção reflete o estado atual da tecnologia num tipo de indústria. A eficiência de escala relaciona uma divergência entre o tamanho da atual produção com a produção ideal. A eficiência de afetação concentra-se no custo de produção tendo em consideração a informação do preço. Esta dispõe ainda de duas abordagens, a maximização do lucro e a minimização do custo.

⁷² *Decision Making Units*.

⁷³ A fronteira de produção refere-se à maximização de um conjunto de *outputs* para diferentes níveis de *input*.

⁷⁴ A fronteira de custo refere-se à minimização de um conjunto de *inputs* para diferentes níveis de *output*.

A avaliação do desempenho é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento das organizações. Esta tem como finalidade aumentar a eficiência do sistema, podendo definir o comportamento de uma entidade no seu estado atual como no futuro, no que concerne aos seus objetivos e resultados obtidos.

A figura 13 ajuda a analisar a orientação *output* e *input* para cada abordagem (rendimentos de escala variável e rendimentos de escala constante, detalhadamente analisado na secção 4.2.), envolvendo apenas um *input* e um *output*. As curvas f representam a fronteira de produção num determinado período temporal para uma específica atividade, sendo também conhecido como fronteira de eficiência. A eficiência técnica é definida como a distância até à fronteira de eficiência (os pontos B e D , que representam DMUs, são considerados tecnicamente eficientes ao passo que o ponto P , também um DMU, é tecnicamente ineficiente). Para as duas situações, na figura 13(a) e 13(b), a produtividade do ponto P é medida pelo rácio CP/CO , de acordo com a definição de produtividade. A partir da mesma quantidade de *input* (CO) é possível aumentar o nível de *output*, ou seja, alcançar o ponto D . A produtividade aumentou e transformou-se no ponto D , tornando-se tecnicamente eficiente, sendo igual ao rácio CD/CO .

Na condição 13(a) está representado o modelo de rendimento de escala variável descrito pela função f e uma empresa a operar no ponto P . A eficiência técnica orientada para o modelo *output* é igual ao rácio CP/CD , enquanto orientada para o modelo *input* é igual ao rácio AB/AP . No caso 13(b) está descrito o modelo com escala constante, onde $AB/AP = CP/CD$, para qualquer ponto ineficiente (neste caso o P).

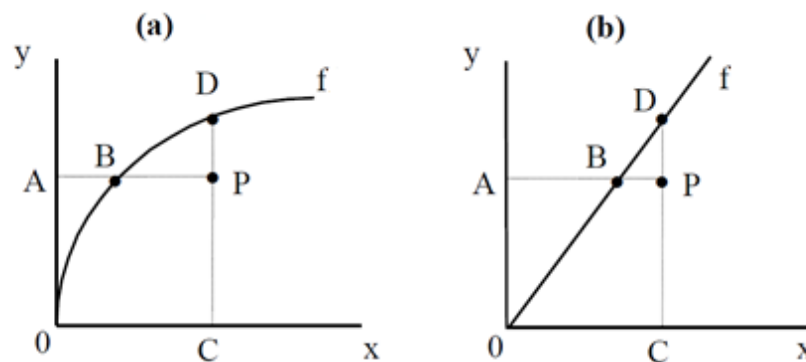


Figura 13⁷⁵ - Exemplo de rendimentos de escala variável e constante (Coelli, 1996)

A eficiência económica engloba a eficiência técnica⁷⁶ e a de afetação⁷⁷. Para o seguinte exemplo foram considerados dois *inputs* (x_1 , x_2) para a mesma quantidade de *output* (y), conforme figura 14. Esta assume a curva f como sendo a fronteira de eficiência técnica e a linha c como o rácio de preço entre os *inputs*. O ponto B' é tecnicamente eficiente mas

⁷⁵ Identificação de coordenadas, x : *input* e y : *output*.

⁷⁶ Reflete a capacidade de uma empresa obter o máximo *output* para um dado conjunto de *inputs*.

⁷⁷ Reflete a capacidade de uma empresa aplicar os *inputs* nas proporções ótimas, considerando os respetivos preços.

ineficiente em termos de afetação, enquanto o ponto B para além de ser ineficiente na afetação também o é tecnicamente. A eficiência de afetação pode ser avaliada como OB''/OB' , enquanto a eficiência técnica é avaliada por OB'/OB .

Toda a discussão relativa à eficiência e produtividade descrita anteriormente esteve limitada a uma perspetiva estática. No entanto, através de uma perspetiva dinâmica, a fronteira de produção de possibilidades tende a alterar-se ao longo do tempo, a mudança prende-se principalmente com o impacto da inovação tecnológica na indústria. Contudo, o ritmo de uma empresa pode não acompanhar o movimento dinâmico do mercado. A figura 14 retrata duas fronteiras de possibilidades em dois períodos de tempo diferentes, a fronteira f e f' que pertencem aos períodos T e $T-1$ respetivamente. Os DMUs que se situam na fronteira f conseguiram através do mesmo número de *outputs* produzidos gastar menos *inputs*, ou seja, esse DMU conseguiu adaptar-se ao desenvolvimento dinâmico do mercado. Os que se mantiveram na fronteira f' ou não conseguiram investir adequadamente ou não tiveram possibilidades de investir, por alguma razão específica, e por isso não conseguiram tirar partido de novos processos de produção tecnológicos.

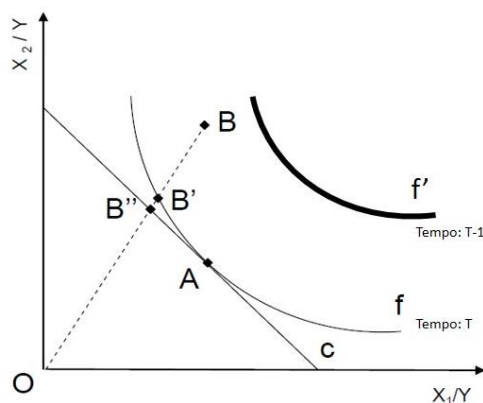


Figura 14 - Eficiência técnica e de afetação (Carvalho e Marques, 2007)

Na figura 15 é analisado o grau de ineficiência causado pela ineficiência técnica pura ou pela ineficiência operacional de escala. A curva f exhibe a fronteira de eficiência pura e o ponto A apresenta uma escala de funcionamento ótimo. Numa perspetiva com a orientação *input*, o ponto B apresenta dois tipos de ineficiência, a ineficiência pura⁷⁸ e a ineficiência de escala⁷⁹.

⁷⁸ Calculado pela razão OB'/OB (figura 14).

⁷⁹ Calculado pela razão OB''/OB' (figura 14).

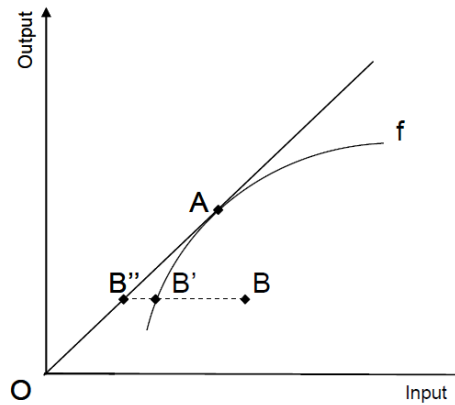


Figura 15 - Eficiência técnica pura e de escala (Carvalho e Marques, 2007)

4.2. Metodologia DEA

A metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) tem evoluído notavelmente tornando-se uma ferramenta influente na análise de *benchmarking*. Esta progressão justifica-se, principalmente, pela facilidade na utilização dos modelos e na possibilidade de aplicar múltiplos *inputs* e *outputs*. Este método tem sido amplamente utilizado em diversas áreas desde a saúde, ensino, banca, terminais portuários, entre outros (Lin e Tseng, 2005).

O desenvolvimento teórico da metodologia DEA teve início com a dissertação para a obtenção do grau de doutoramento de Edward Rhodes com a supervisão de W. W. Cooper, publicada em 1978. Nessa mesma dissertação, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) definiram a metodologia DEA como: “*A mathematical programming model applied to observational data provides a new way of obtaining empirical estimates of relations—such as the production functions and/or efficient production possibility surfaces that are a cornerstone of modern economics*”.

A DEA é uma metodologia de programação linear não-paramétrica⁸⁰, que avalia a eficiência técnica relativa das unidades de decisão independentes (DMU), representadas neste estudo como sendo cada porto.⁸¹ Este modelo analisa as combinações ótimas entre os *inputs* e *outputs*, com base no desempenho observado de cada DMU, sendo que estas combinações formam a fronteira de eficiência e permitem determinar os níveis de eficiência relativa.⁸²

No entanto, cada porto é comparado com os portos que são considerados eficientes, que se encontram localizados na fronteira. As eficiências de cada porto (DMU) são obtidas a partir da resolução de um problema de programação linear. Para além de determinar quais os DMUs eficientes e não eficientes, este método permite calcular, para os ineficientes, a quantidade

⁸⁰ Não depende de qualquer distribuição de probabilidade.

⁸¹ Apesar de um porto ser considerado um DMU, não estão incluídas todas as áreas de um porto, apenas a área relacionada com movimentação de contentores.

⁸² É importante ter em atenção que cada valor da razão *output/input* de um DMU não excede o valor 1 e é sempre maior ou igual que 0.

necessária a aumentar de produtos (*outputs*) e a diminuir de recursos (*inputs*) a fim de o tornar eficiente.⁸³ Como tal, duas perspetivas são consideradas: a orientação *input* que calcula a quantidade de *inputs* que é possível diminuir mantendo o nível de *output*s produzidos e a orientação *output* que mantendo o nível de *inputs* consumidos, avalia a quantidade de *outputs* a aumentar (Carrasqueira, et al., 2010). O aparecimento de novos DMUs pode levar à mudança do estado dos restantes. Logo, um porto avaliado como eficiente num determinado ano, pode já não ser considerado no ano seguinte, tanto pela alteração do seu próprio desempenho como pelo aparecimento de novos mais eficientes.

A metodologia DEA apresenta duas abordagens de suporte, conforme exemplo da figura 16. O modelo CCR (também denominado como CRS⁸⁴), com autoria de Charnes, Cooper e Rhodes (1978), permite uma avaliação objetiva da eficiência global, identificando as fontes de ineficiência e estimando os montantes dessas ineficiências, originando uma medida de produtividade global, designada de indicador de eficiência produtiva, tendo por base rendimentos de escala constante. Na figura 16(a) está representado um conjunto de DMUs classificados através do modelo DEA_{CCR} , em que apenas o ponto C é considerado eficiente. O modelo BCC (VRS⁸⁵), justificado mais tarde, desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984), pressupondo que as unidades avaliadas apresentam rendimentos de escala variável, distingue entre eficiência técnica e de escala, estima a eficiência técnica pura, para uma dada escala de operações, e identifica se estão presentes ganhos de escalas crescentes, decrescentes e constantes. Na condição da figura 16(b) encontra-se exemplificado o modelo DEA_{BCC} , neste os pontos A, C e F são considerados eficientes. Coelli (1996) salienta que a avaliação do modelo orientado *output* e *input* apenas fornece medidas equivalentes de eficiência técnica quando existe rendimento de escala constante (CRS) e é variável quando estão presentes rendimentos de escala variáveis.

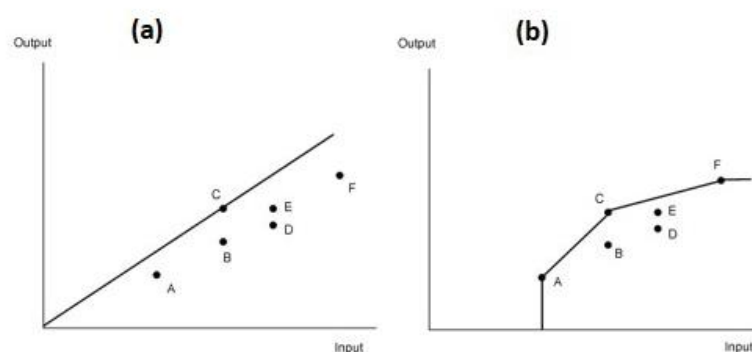


Figura 16 - Exemplo de fronteira de produção dos modelos DEA_{CCR} (a) e DEA_{BCC} (b) (Kim e Harris, 2008)

⁸³ Também se pode dizer: tornar o DMU eficiente através da redução de *slacks*.

⁸⁴ *Constant returns to scale* (CRS) ou CCR – Charnes, Cooper e Rhodes.

⁸⁵ *Variable returns to scale* (VRS) ou BCC – Banker, Charnes e Cooper.

A metodologia DEA está rigorosamente detalhada no sistema de equações 1, 2 e 3 (DEA_{CCR} e DEA_{BCC}). Consideremos n DMUs, onde cada DMU ($j = 1, 2, \dots, n$) produz s *outputs* ($r = 1, 2, \dots, s$) através do consumo de m *inputs* ($i = 1, 2, \dots, m$). Relativamente à abordagem DEA_{CCR} segue o DMU_k descrito pelas formulações 1 e 2:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & h_k = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}} \\ \text{R.I.} \quad & \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1 \\ & U_r, V_i > 0; j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (1)$$

Onde: h_k é a eficiência relativa dos respetivos “ k ” DMUs; Y_{rj} são os respetivos *outputs* “ r ” dado cada DMU “ j ”; X_{ij} são os respetivos *inputs* “ i ” dado cada DMU “ j ”; U_r é o peso de cada *output* “ r ”; V_i é o peso de cada *input* “ i ”.

Sendo a formulação 1 um problema de programação linear, esta pode ser transformada para o seu modelo dual conforme referido pela formulação 2:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & h_k = \theta - \varepsilon [\sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^-] \\ \text{R.I.} \quad & \sum_{j=1}^n Z_j X_{ij} + s_i^- \leq \theta X_{ij} \\ & \sum_{j=1}^n Z_j Y_{rj} - s_r^+ \geq Y_{rk} \\ & Z_j \geq 0; s_r^+, s_i^- \geq \varepsilon \geq 0; \forall i, r, j \end{aligned} \quad (2)$$

Onde: ε é um número positivo pequeno; Z_j é o peso de um DMU “ j ”; s_r^+ é a variável que pertence ao *slack* de um *output* “ r ”; s_i^- é a variável que pertence ao *slack* de um *input* “ i ”.

No sistema de equações número 3 é descrito o modelo DEA_{BCC}. Neste modelo é adicionada uma restrição de convexidade ($\sum_{j=1}^n Z_j = 1$) à anterior formulação número 2. O modelo dual para a abordagem DEA_{BCC} é então representado do seguinte modo:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \theta - \varepsilon [\sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^-] \\ \text{R.I.} \quad & \sum_{j=1}^n Z_j X_{ij} + s_i^- \leq \theta X_{ij} \\ & \sum_{j=1}^n Z_j Y_{rj} - s_r^+ \geq Y_{rk} \\ & \sum_{j=1}^n Z_j = 1 \\ & Z_j, s_r^+, s_i^- \geq 0; \forall i, r, j; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

Capítulo 5 CASO DE ESTUDO

5.1. Introdução

Este capítulo concentra-se na definição das variáveis, *inputs* e *outputs*, que são necessárias para o desenvolvimento do modelo específico, nomeadamente através da recolha dos dados e posterior estimação da avaliação de eficiência.⁸⁶ O modo de seleção dos dados recolhidos para a amostra, assim como, o desenvolvimento da especificidade do modelo utilizado e análise dos resultados são igualmente apresentados neste capítulo. Neste estudo, o enfoque é dado à maximização do número de movimentação de contentores num porto, em TEUs, para o ano de 2013, assumindo um dado nível de *inputs* que serão necessários para o correto funcionamento operacional de um porto.

5.2. Amostra e descrição dos dados

No âmbito desta dissertação a escolha das unidades de decisão ou DMUs foram os portos, que apresentem terminais com atividade de movimentação de contentores. Ou seja, cada porto pode ter um conjunto de terminais, que por sua vez, podem ser terminais de contentores.⁸⁷ A amostra contém cinquenta e quatro portos de vinte e três países diferentes,⁸⁸ todos eles inseridos na Europa. Inicialmente, a amostra ultrapassava os setenta portos, localizados na Europa. Contudo, a falta de informação ou credibilidade das fontes de dados foi um fator decisivo para a exclusão de vários portos. Este documento analisa o desempenho dos portos para o ano de 2013. A figura 17 mostra a localização geográfica, através de um alfinete individual, que representa cada DMU, os portos que fazem parte da amostra. Os cinquenta e quatro portos usados neste estudo têm, portanto, diferentes políticas de regulamentação, estruturas de gestão, entre outras características que os fazem diferenciar-se e tornar esta amostra completa. Por último, analisou-se também a possibilidade de existir *outliers*⁸⁹. Os portos de Roterdão e de Hamburgo apresentaram valores atípicos, apesar de não terem sido considerados totalmente inconsistentes, pois, para além dos valores não se situarem muito afastados do limite, que os faz tornar *outliers*, ambos os portos apresentam enormes infraestruturas relativamente aos restantes portos da Europa, ou seja, teoricamente estes valores estão completamente coerentes e enquadrados.

⁸⁶ As variáveis introduzidas no modelo encontram-se descritas no anexo VIII.

⁸⁷ É importante reforçar esta hipótese. Por vezes, um DMU pode conter mais que um terminal de contentores, desde que pertença sempre ao mesmo porto, ou seja DMU. Um DMU tem como exigência, neste trabalho, conter pelo menos um terminal de contentores, entre os possíveis diferentes tipos de terminais que o DMU apresente. Na revisão de literatura este conceito pode ser algo confuso, pelo facto de existirem autores a considerar um DMU um porto, e noutros estudos um DMU um terminal de contentores.

⁸⁸ Os países que se encontram na amostra são: Alemanha, Bélgica, Croácia, Dinamarca, Eslovénia, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Irlanda do Norte, Itália, Letónia, Lituânia, Malta, Noruega, Polónia, Portugal, Rússia e Suécia.

⁸⁹ Neste estudo, um DMU é considerado *outlier* caso o produto entre o desvio padrão e o número inteiro seja quatro vezes superior à média (Barnett e Lewis, 1994).

Segundo Zhang e Bartels (1998) a dimensão da amostra em comparação com o número de variáveis que são introduzidas no modelo pode comprometer a conclusão da análise. Estes destacam, assim, a importância que a dimensão da amostra pode ter nos resultados da eficiência alcançados pelo método de DEA. Banker, et al. (1989) afirmaram que uma regra pragmática passa em ter um número de unidades de decisão pelo menos o triplo do número de variáveis que incorporam o modelo.



Figura 17 - Localização dos 54 portos Europeus da amostra selecionada

5.3. Definição de Variáveis

A definição de variáveis para a análise e desempenho de terminais de contentores no sector portuário é uma tarefa bastante complexa e crítica. Em primeiro lugar, ter-se-á que definir concretamente qual o objetivo do estudo, para posteriormente se poder organizar e definir quais irão ser os *inputs* e os *outputs*. As variáveis que forem selecionadas, devem abranger o total ou grande parte do sistema em análise, para além disso, deve evitar-se usar variáveis incorretas ou pouco pragmáticas no modelo, de modo a impedir resultados de eficiência relativa enviesados.

O procedimento de seleção de variáveis neste estudo contemplou vários processos entre os quais a contextualização do ambiente em análise,⁹⁰ o objetivo do estudo, a disponibilidade de

⁹⁰ Ambiente descrito ao longo do capítulo 2.

dados⁹¹ e o apoio da literatura empírica.⁹² Relativamente ao apoio da literatura empírica, a tabela 5,⁹³ apresenta, resumidamente, quais foram as variáveis mais utilizadas pelos diferentes autores em estudos anteriores.

A contextualização do ambiente em análise é bastante importante para a seleção das variáveis a introduzir no modelo, pois permite fazer o enquadramento ao tema e perceber realmente, para além de métodos empíricos como a análise estatística e a eficiência relativa, qual a verdadeira teoria que explica e define todo o processo de movimentação de contentores num determinado porto ou terminal de contentores. O conhecimento teórico permite, então, definir as variáveis que melhor se enquadram no estudo, ou pelo menos, ter uma breve ideia de que tipo de *inputs* e *outputs* fazem ou não sentido na utilização de um modelo num estudo relacionado com o sector portuário, mais especificamente, respeitante ao transporte de contentores.

O objetivo da análise em estudo é fundamental, na medida em que proporciona e facilita a identificação e separação entre *inputs* e *outputs*, assim como simplifica a filtragem sobre que variáveis devem ser introduzidas no modelo e reduzir, assim, a possibilidade de existir redundância. Segundo Wang, Cullinane e Song (2005), os objetivos de um porto originam uma base essencial para a definição de variáveis quando a medida de eficiência é realizada. Estes argumentam ainda, que se o objetivo de um porto for maximizar o seu lucro então o número de trabalhadores ou qualquer informação relacionada com trabalho deve ser tomada como variável *input*. Contudo, se o objetivo de um porto for aumentar o número de trabalhadores, nesse caso, o número de trabalhadores deverá ser tratado como variável *output*.

A revisão de literatura empírica apresentada no capítulo 3 também serviu de apoio à decisão na seleção das variáveis, uma vez que se teve também em consideração as variáveis utilizadas por diversos autores aquando do desenvolvimento dos respetivos estudos. Surge, então, a tabela 5, já mencionada, onde se encontram contabilizados todos os *inputs* e *outputs* que foram mencionados na revisão de literatura. O objetivo da tabela é perceber facilmente quais as variáveis mais utilizadas em estudos semelhantes, e, servir, assim, como apoio à decisão e seleção das respetivas variáveis para este estudo. O apoio da revisão de literatura torna esta decisão pragmática. Os *inputs* mais utilizados foram a área do terminal e o comprimento de cais, enquanto o *output* mais utilizado foi a movimentação de contentores. Contudo, a partir da tabela convém não esquecer que estão contabilizados estudos completamente independentes, pois, existem algumas variáveis que se podem tornar redundantes como é o caso do número de rebocadores/veículos com o número de *straddle*

⁹¹ A disponibilidade de dados encontra-se resumida no sub capítulo denominado de limitações pertencente ao capítulo 6 – Conclusão.

⁹² Revisão de literatura está referida no capítulo 3.

⁹³ Procedeu-se à listagem de todos os *inputs* e *outputs* utilizados na revisão de literatura do capítulo 3 e à sua respetiva contagem.

carriers, número de *yard tractors*, *forklifts* e *reach stackers* e a movimentação de contentores com a movimentação de carga geral e o número de contentores TEUs.

Tabela 5 - Variáveis utilizadas na revisão de literatura

Inputs	Frequência	Outputs	Frequência
Área do terminal	12	Movimentação de contentores	11
Comprimento do cais	12	Movimentação de granéis líquidos	3
Número de pórticos de cais	8	Movimentação de granéis sólidos	3
Número de pórticos de parque	5	Tráfego de passageiros	3
Número de gruas	4	Movimentação de carga geral	3
CAPEX	4	Taxa de trabalho por navio	1
Número de rebocadores/veículos	3	Número de navios	1
Número de trabalhadores	3	Total de vendas	1
Número de <i>straddle Carriers</i>	3	Número de contentores TEUs	1
OPEX	3	Número de contentores sem ser em TEUs	1
Equipamento para estiva	2	Número de escala de navios	1
Número de <i>yard tractors</i>	2	Movimentação de carga fracionada	1
Profundidade máxima do nível da água no cais	2	Movimentação <i>Ro-Ro</i>	1
Tempo de atraso	1	Emissão de CO ₂	1
Distância de cada porto a um ponto de referência	1		
Número de <i>forklifts</i>	1		
Número de <i>reach stackers</i>	1		
Área para contentores frigoríficos	1		
Índice de empilhamento na área de contentores	1		
Número de pistas de portões	1		

Uma vez ajustado e adotado o procedimento de seleção de variáveis, os *inputs* selecionados e introduzidos no modelo final foram: o número total de pórticos de cais em unidades, a área do terminal em metros, o comprimento do cais em metros e o *OPEX* em euros. Ao passo que o número de movimentação de contentores em TEUs é o único *output*. Na tabela 6, encontram-se resumidos os *inputs* e *output* selecionados.

Tabela 6 - Variáveis utilizadas no estudo

		Nome da Variável	Unidade
Variável Independente	X1	Número total de pórticos de cais	Número
	X2	Área do terminal	m ²
	X3	Comprimento do cais	m
	X4	<i>OPEX</i>	EURO
Variável Dependente	Y	Movimentação de contentores	TEU

5.3.1. Variável dependente (*Output*)

A movimentação de contentores num terminal, para o ano de 2013, medida em TEUs, foi o *output* escolhido para ser introduzido modelo. Segundo as exigências do procedimento de seleção, acima referenciados, a opção por esta variável dependente foi automaticamente aceite e validada.

Na análise DEA, a variável dependente avalia vários objetivos das empresas, tais como a produtividade e a resposta do cliente. Na aplicação da análise DEA ao sistema terminal de contentores, vários indicadores de produtividade adequados podem ser ajustados na avaliação das operações de um porto. Contudo, a movimentação de contentores é o indicador mais importante e o mais aceite como *output* num terminal. A maior parte dos estudos anteriores trata a movimentação de contentores como uma variável dependente porque está bastante relacionada com a necessidade de serviços e infraestruturas, e conseqüentemente com o volume de movimentações, e é a base essencial na qual os terminais de contentores são, hoje em dia, por norma, comparados.⁹⁴ Segundo Wang e Cullinane (2006) o mais importante é que este *output* desempenha, também, uma base de criação de receita para um porto de contentores ou um terminal. Como um dos objetivos da análise do estudo, tem como principal preocupação a maximização do número de movimentação de contentores, a variável dependente selecionada encontra-se perfeitamente enquadrada no modelo. Neste caso, não fazia sentido a aplicação de qualquer um dos restantes *outputs* que estão descritos na tabela 5, pois a preocupação do estudo é a avaliação de desempenho para um terminal de contentores. Para a amostra em questão, das cinquenta e quatro observações, não existiu qualquer problema com a disponibilidade dos dados. A tabela 7 apresenta a estatística descritiva de todas as variáveis. Todos os dados respeitantes ao respetivo *output* foram obtidos através de várias fontes credíveis, como, relatórios financeiros de cada porto, informação publicada na *internet* de cada autoridade portuária, relatórios anuais com o *ranking* dos maiores 100 portos mundiais, ou mesmo por via *e-mail*, quando nenhum dos anteriores teve sucesso. Este trabalho compreende cinquenta e quatro observações, o que perfaz um total de 87.241.356 TEUs movimentados, sendo que, na Europa, o movimento total, em 2013, foi de aproximadamente 100 milhões de TEUs⁹⁵, ou seja, cerca de 87% de toda a movimentação de contentores realizada no continente Europeu encontra-se avaliada neste trabalho. O porto que apresenta o valor máximo de 11.621.046 TEUs movimentados é o de Roterdão.⁹⁶ Pelo contrário, surge o porto de *Marin*, em Espanha, com um total de apenas 30.243 TEUs. Ainda na tabela 8

⁹⁴ Segundo a tabela 5, foram onze, o número de estudos, que elegeram a movimentação de contentores como variável dependente.

⁹⁵ Informação obtida através da estimação dos dados na *internet*: http://www.porttechnology.org/technical_papers/recent_traffic_dynamics_in_the_european_container_port_system/ (21-08-2015).

⁹⁶ Só o porto de Roterdão representa um peso de 13,3% de toda a movimentação de TEUs deste trabalho.

encontra-se o *ranking* dos três melhores e piores portos para cada uma das variáveis incorporadas no modelo.

5.3.2. Variáveis independentes (*Inputs*)

As variáveis independentes escolhidas para avaliar a análise de desempenho de terminais de contentores portuários foram o número de pórticos de cais, a área do terminal, o comprimento do cais e os custos operacionais. Muitas outras variáveis poderiam ter sido introduzidas, mas para além de tornar o modelo bastante mais complexo e também evitar a redundância de dados, os *inputs* selecionados são os que melhor se identificam com o objetivo e contexto do problema em questão.

O número de pórticos de cais ou gruas que movimentam o contentor no cais é uma variável crítica para as operações que são efetuadas num terminal de contentores, como já referido anteriormente.⁹⁷ Estas podem ter um desempenho completamente distinto, dependendo das diferentes tecnologias, tamanhos, capacidades, profundidade no alcance e em que momento de “vida” se encontram, se no *state of the art* ou se foram adquiridos já como um equipamento usado. Contudo, torna-se impossível diferenciar numa base de dados se uma grua tem um maior nível de produtividade que outra, portanto, considerou-se uma unidade para cada grua, destinada à movimentação de contentores no cais num terminal. A seleção desta variável independente está perfeitamente enquadrada na contextualização do ambiente em análise, assim como no apoio à finalidade do estudo. Este *input* é um dos mais comuns usado na revisão de literatura, sendo que foi utilizado oito vezes, de acordo com a tabela 5. Relativamente à disponibilidade dos dados, nem todas as autoridades portuárias os disponibilizaram, no entanto, a partir de uma pesquisa no *Google Maps* conseguiu-se verificar os restantes números de pórticos de cais.⁹⁸ Segundo a tabela 7 e 8, verificou-se que no estudo estão um total de 832 pórticos de cais identificados. O porto que apresenta o maior número de pórticos de cais é o de Roterdão, com cento e vinte e cinco gruas, enquanto os portos de *Gavle*, *Stockholm*, *Norrköping*, *Marin* e *Alicante* são os que apresentam menos, contabilizando apenas duas.

A área do terminal é outro *input* considerado no estudo. Este, está também diretamente relacionado com o desempenho de um terminal, pois, quanto maior for a sua área, maior o número de contentores que podem ser armazenados, evitando, assim, a ocorrência de estrangulamentos ou saturação no que respeita ao número de contentores que poderão ser armazenados, e consecutivamente facilita a otimização, logística e organização dentro de um

⁹⁷ Mais especificamente no capítulo 2.

⁹⁸ Este método é bastante credível, pois, para além do *Google Maps* apresentar os dados atualizados ao ano de 2014, o próprio equipamento, *quay cranes*, é demasiado caro para existir grandes alterações no seu volume a curto prazo. Comprovou-se ainda nos casos em que a autoridade disponibilizava o número de gruas, que a informação que estava no *Google Maps* era a mesma.

terminal.⁹⁹ A disponibilidade dos dados coincidiu, sobretudo, com a disponibilização de relatórios de autoridades portuárias e com o apoio da aplicação *Google Maps*. A área do terminal foi uma das duas variáveis independentes mais frequentes na revisão de literatura, contabilizando doze vezes. Mais uma vez, na tabela 7 e 8, está apresentada a estatística descritiva da área do terminal. A amostra conta com cinquenta e quatro observações sendo que o valor total da área em análise é de 52.363.000,00 m². O porto de Roterdão é o que beneficia de uma maior área, com 6.752.000,00 m², enquanto o porto de *Gavle* é o que possui a menor área, com 74.000,00 m².

O comprimento do cais é outra variável independente utilizada para a avaliação de desempenho neste trabalho. Este *input* é bastante importante, na medida, em que é nesta região que se concretiza a movimentação de contentores (quer *transshipment* como armazenamento para o interior do terminal) e onde estão localizados os pórticos de parque. Logo, quanto maior o comprimento, maior o número de gruas que poderão existir e mais navios podem, também, estar atracados nesse cais, o que, consecutivamente, indica um aumento substancial da produtividade desse porto. A recolha de dados deste *input* foi feita, sobretudo, a partir de relatórios disponibilizados pelas autoridades portuárias e com o apoio do *Google Maps*. O comprimento de cais foi a outra variável independente mais utilizada na revisão de literatura, o que, também, sugere a enorme importância desta variável. As tabelas 7 e 8 apresentam a estatística descritiva do *input* identificado como comprimento do cais em metros. A amostra tem cinquenta e quatro observações, somando um total de 117.465 metros. O valor máximo de 16,980 km corresponde ao porto de Roterdão, ao passo que, o porto de *Norrköping* apresenta apenas um cais com o comprimento de 320 m.

Por último, a variável independente, *OPEX*, foi também incluída no modelo. Este *input* acrescenta uma lógica monetária, o que o torna imprescindível. Para além do estudo adquirir uma visão mais global e a própria variável ser facilmente perceptível, torna a veracidade da análise ainda mais real, pois, os custos operacionais condicionam bastante a produtividade de um determinado porto, visto, tratar-se de um recurso limitado. Contudo, a adoção deste *input* exige bastante atenção na sua aplicação, pois, apesar de a amostra compreender apenas países da União Europeia, alguns não partilham da mesma moeda, e para além disso, mesmo depois de convertida, esta possui ainda diferente poder nos vários países. Com a finalidade, de standardizar este *input*, para toda a amostra, após todos os valores terem sido convertidos na mesma moeda, ¹⁰⁰ aplicou-se a conversão a partir do índice *Purchasing Power Parities* (PPP¹⁰¹).¹⁰² A própria implementação do modelo DEA exige que os dados sejam comparáveis

⁹⁹ Não esquecendo que o objetivo de um terminal não passa por armazenar contentores, mas sim, por movimentá-los, capítulo 2.

¹⁰⁰ Informação obtida através do sítio de internet: <http://www.usforex.com/forex-tools/historical-rate-tools/yearly-average-rates> (14-06-2015). De notar que a conversão foi executada com o valor médio anual de 2013, data a qual os dados foram extraídos.

¹⁰¹ Segundo a plataforma *Inestopedia*, a definição de PPP, passa por uma teoria económica que estima a quantidade de ajuste necessária na taxa de câmbio entre os países, para que a troca seja equivalente ao

entre si, pois, trata-se de uma análise de eficiência relativa, logo a sua estandardização é crucial para o resultado extraído ser o mais consistente e fiável possível. Apesar de nos diferentes países existirem bastantes diferenças na complexidade do formato dos relatórios financeiros e contabilísticos, os campos que englobam o valor do custo operacional, para um determinado porto, são os mesmos em qualquer porto analisado.¹⁰³ Embora este *input* não tenha sido dos mais utilizados, como a própria tabela 5 sugere, a sua inclusão tem uma enorme importância no modelo. A disponibilidade deste dado requer um procedimento ao mais alto nível de detalhe e complexidade, pelo que muitos autores dispensam a sua utilização e outros, preferiram não envolver variáveis monetárias nos seus estudos. De facto, a obtenção do valor do custo operacional de um porto, que contemple todos os passos, atrás referidos e que o torne num *input* credível e equilibrado entre os diferentes países, exige bastante atenção. Por último, ainda na tabela 7 e 8, encontra-se, também, a estatística descritiva da variável denominada como custos operacionais. O custo operacional anual dos cinquenta e quatro portos, todos somados para o ano de 2013, é de aproximadamente um bilião e quinhentos milhões de euros. O porto de Hamburgo detém um custo operacional anual de 256.779.392,20 euros, enquanto o porto de Taranto é o que apresenta um custo mais reduzido, com cerca de meio milhão de euros anuais.

Tabela 7 - Estatística descritiva das variáveis incorporadas no modelo – ano de 2013

Variáveis	Output	Inputs			
	Movimentação de contentores [TEU]	Número total de pórticos de cais [Número]	Área do terminal [m ²]	Comprimento do cais [m]	OPEX [EUR]
Média	1 615 580,67	15,41	969 685,19	2 175,28	26 972 015,60
Erro-padrão	326 193,09	2,98	183 774,33	386,46	6 141 961,23
Mediana	616 508,00	7,75	405 000,00	1 340,00	11 963 092,23
Moda	406 000,00	4	250 000,00	600	#N/D
Desvio-padrão	2 397 019,85	21,87	1 350 459,98	2 839,89	45 134 013,06
Variância da amostra	5,75E+12	478,11	1,82E+12	8 064 967,11	2,04E+15
Mínimo	30 243,00	2	74 000,00	320	533 950,57
Máximo	11 621 046,00	125	6 752 000,00	16 980,00	256 779 392,20
Soma	87 241 356,00	832	52 363 000,00	117 465,00	1 456 488 842,00
Contagem	54	54	54	54	54

poder de compra de cada moeda. Informação alcançada através do sítio de internet: <http://www.investopedia.com/terms/p/ppp.asp>.

¹⁰² Informação obtida através do sítio de internet: <http://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPPC.RF> (21-06-2015). A conversão foi realizada através dos dados que compreendem o ano de 2010-2014, conforme a própria fonte mencionada propõe.

¹⁰³ O cálculo do valor do custo operacional foi realizado através da subtração do valor total de receitas com o valor do resultado operacional, para o ano de 2013 (todos estes dados encontram-se na demonstração de resultados dos relatórios mencionados). Posteriormente, é estimada a percentagem da atividade de movimentação de contentores em relação ao total das restantes mercadorias movimentadas nesse porto. Por fim, basta apenas executar a proporção e conclui-se o valor da *OPEX* para o terminal de contentores num determinado porto.

Tabela 8 - Ranking dos portos para cada variável incorporada no modelo

Ranking	Outputs	Inputs			
	Movimentação de contentores [TEU]	Número total de pórtricos de cais [Número]	Área do terminal [m ²]	Comprimento do cais [m]	OPEX [EUR]
1º	Porto de Roterdão	Porto de Roterdão	Porto de Roterdão	Porto de Roterdão	Porto de Hamburgo
2º	Porto de Hamburgo	Porto de Hamburgo	Porto de Antuérpia	Porto de Antuérpia	Porto de Antuérpia
3º	Porto de Antuérpia	Porto de Antuérpia	Porto de Hamburgo	Porto de Hamburgo	Porto de Roterdão
52º	Porto de <i>Ust-Luga</i>	Porto de <i>Norrköping</i>	Porto de Alicante	Porto de Alicante	Porto de <i>Ravenna</i>
53º	Porto de Estocolmo	Porto de Estocolmo	Porto de <i>Belfast</i>	Porto de <i>Gavle</i>	Porto de <i>Marín</i>
54º	Porto de <i>Marín</i>	Porto de <i>Marín</i>	Porto de <i>Gavle</i>	Porto de <i>Norrköping</i>	Porto de Taranto

5.3.3. Identificação dos grupos para comparação de eficiência

Os grupos de portos selecionados compreendem a diversificação do tipo de mercadoria movimentada num porto, o modelo de administração de um porto e a localização geográfica do porto. De seguida, faz-se uma breve síntese de cada uma. O anexo IX apresenta todos os dados relativos a estas variáveis.

A tabela 9 representa as características dos grupos de portos, entre as quais, a diversificação do tipo de mercadoria movimentada num porto¹⁰⁴, o modelo de administração de um porto e a localização geográfica¹⁰⁵ dos portos.

Tabela 9 - Características dos grupos de portos – ano de 2013

Diversificação do tipo mercadoria num porto		Modelo de administração		Localização geográfica	
Apenas contentores	16	Porto de serviço privado	5	Europa Centro-Oriental	6
Mercadoria diversificada	38	<i>Landlord</i>	44	Europa Meridional	23
		<i>Toolport</i>	5	Europa Ocidental	13
		Porto de serviço público	0	Europa Setentrional	12
Total	54		54		54

¹⁰⁴ A separação entre portos que movimentam apenas contentores com portos que movimentam diferentes tipos de mercadoria foi realizada através da percentagem de movimento de contentores em relação ao movimento total de mercadoria praticada nesse porto. Ou seja, para casos em que a percentagem é superior a 60% considera-se que o porto apenas movimenta contentores, enquanto a hipótese contrária serve para portos que movimentam mercadoria diversificada.

¹⁰⁵ A fonte para a alocação de cada país a cada região foi devidamente retirada do seguinte sítio de internet: https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%B5es_da_Europa.

5.4. Especificação do modelo

A metodologia DEA apresenta dois tipos de modelo, a DEA_{CCR} e a DEA_{BCC} , já anteriormente referidos e corretamente explicados. Ambos são aplicados para analisar a eficiência das unidades de decisão, através da amostra selecionada. Contudo, muitos outros modelos têm sido desenvolvidos e recentemente aplicados. Estes apresentam, normalmente, novas utilidades como a avaliação individual das unidades de decisão através da elaboração de um *ranking*, o que, através dos modelos originais seria impossível.¹⁰⁶ A frequência da aplicação da metodologia DEA tem vindo a aumentar substancialmente, contudo, os modelos originais continuam a ser os distinguidos pelos diversos autores.

Este estudo tem como finalidade avaliar o desempenho dos portos através de uma metodologia coerente, estandardizada e credível. Baseado nestas premissas, apenas, dois modelos foram utilizados, a DEA_{CCR} e a DEA_{BCC} , ambos com orientação *output*. Esta orientação foi a escolhida porque o enfoque deste trabalho, como referido no início deste capítulo, é a maximização do número de movimentação de contentores, em TEUs, num porto, assumindo um dado nível de *inputs* que serão necessários para o correto funcionamento operacional de um porto.¹⁰⁷ Praticamente todos os portos pertencentes à amostra são de carácter privado com alguma regulamentação do estado (*landlord*), o que evidencia, o foco no resultado. Pois, as entidades privadas preferem realizar elevados e adequados investimentos que possam resultar num maior rendimento futuro, através do aumento essencial ao número de movimentações de contentores. Pelo contrário, se os portos fossem de natureza pública, uma atitude mais conservadora seria de esperar. Ou seja, o foco do estudo passaria a ser a minimização dos custos operacionais e da utilização de *inputs* e consecutivamente a orientação passaria a ser *input*. A amostra avaliada apresenta apenas uma dimensão temporal, para o ano de 2013, designado como *cross-sectional data*.

O *software* utilizado para o cálculo da eficiência foi estimado com base no *Efficiency Measurement System* (EMS Ver. 1.3), desenvolvido pelo Professor Holger Scheel, University Dortmund (Scheel, 2000).

5.5. Análise e resultados empíricos

Este sub capítulo concentra-se na análise dos resultados empíricos obtidos através da aplicação das abordagens referidas no capítulo 4, a DEA_{CCR} e a DEA_{BCC} , para analisar a eficiência dos portos que estão definidos na amostra.

¹⁰⁶ Os modelos originais, DEA_{CCR} e DEA_{BCC} , estão devidamente explicados no capítulo 4. Estes modelos originais não permitem elaborar um *ranking* de resultados porque os portos considerados eficientes têm todos a mesma classificação, ou seja, estão apenas classificados como eficientes.

¹⁰⁷ Se o objetivo do estudo fosse a minimização do custo operacional e da utilização de *inputs*, assumindo um determinado nível de *output* (movimentação de contentores), a orientação passaria a ser *input*.

5.5.1. Descrição dos resultados

O modelo DEA_{CCR} classificou apenas três portos como eficientes, nomeadamente, os de Vigo, Alicante e o *Malta Freeport*. Enquanto o modelo DEA_{BCC} destaca catorze portos como eficientes, identificados como os portos de *Gavle*, *Norrkoping*, *Duisburg*, *Bremen Ports*, Hamburgo, Roterdão, Antuérpia, *Marin*, Vigo, *Algeciras Bay*, Alicante, Taranto, *Malta Freeport* e *Ravenna*. A tabela 10 ajuda a compreender algumas das características que foram anteriormente referidas para cada um dos dois modelos DEA (DEA_{CCR} e DEA_{BCC}) onde se constata que a média e a mediana são superiores na DEA_{CCR} .¹⁰⁸ De modo a contextualizar, o valor índice de 1,00 (100%) corresponde à eficiência perfeita (valor mínimo¹⁰⁹). No entanto, através do modelo DEA_{CCR} , os resultados obtidos partilham de uma informação em que são englobadas a eficiência técnica pura e a de escala. Por outro lado, a DEA_{BCC} apenas identifica a eficiência técnica isolada. Os resultados empíricos revelam que existe bastante desperdício na produção dos portos pertencentes à amostra. Na aplicação da DEA_{CCR} , teoricamente, o desperdício é maior que na DEA_{BCC} , pois, enquanto o primeiro possui uma média de 5,92, o último tem uma média de 4,11. Ou seja, hipoteticamente, os portos neste estudo conseguem, em média, aumentar consideravelmente os seus níveis de *output* até 5,92 ou 4,11 vezes o estado atual, mantendo o mesmo nível de *input*, para cada um dos modelos respetivamente. O porto de Estocolmo foi o que apresentou, em ambos os modelos, uma maior ineficiência com o valor de 2366% para os respetivos dois modelos DEA. Os três portos que registaram maior ineficiência foram os portos de *Ust-Luga*, *Bay of Cadiz* e o de Estocolmo. Estes para além de se encontrarem no *top 5* no que respeita à mais fraca movimentação de contentores, exigem também bastantes recursos para operar.

O coeficiente de correlação de *Spearman's rank* entre os dois modelos apresenta o valor de 0,75. O positivo e elevado valor do índice de *Spearman's rank* revela que o *ranking*, da eficiência estimada dos portos, entre cada um dos modelos avaliados é bastante semelhante. Relativamente ao coeficiente de correlação de *Pearson* surge com o valor de 0.86, o que reforça que os dois modelos estão bastante relacionados.

¹⁰⁸ Nota: Se a orientação aplicada fosse *input*, os valores seriam inversos. Portanto, a DEA_{BCC} passaria a ter uma média e mediana superior. Ou seja, para a orientação *input* os valores de eficiência situam-se entre o 0 e o 1, sendo o 1 a eficiência máxima e o 0 a eficiência nula. Contudo, na orientação *output* o valor 1 continua a corresponder à máxima eficiência mas os valores estão compreendidos entre o 1 e o "infinito", sendo o infinito a eficiência nula.

¹⁰⁹ Pois, trata-se da orientação *output*.

Tabela 10 - Estatística descritiva do resultado da eficiência

	DEA_{CCR}	DEA_{BCC}
Média	5,92	4,11
Erro-padrão	0,71	0,67
Mediana	4,14	2,23
Moda	1	1
Desvio-padrão	5,22	4,50
Variância da amostra	27,22	24,50
Mínimo	1	1
Máximo	23,66	23,66
Soma	319,95	221,99
Nº portos eficientes	3	14
Contagem	54	54

5.5.2. Análise de resultados em função da dimensão

A tabela 11 pretende aumentar o conhecimento dos dois modelos aplicados, pois, sintetiza os resultados dos portos que são considerados eficientes, nos modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC} , com a afetação dos respetivos diferentes níveis de intervalos correspondentes aos números de movimentação de contentores. A figura 18 está relacionada com a tabela 11, na medida em que apoia a perceção da relatividade entre os diferentes intervenientes através de um gráfico de dispersão. Numa primeira análise constata-se que a amostra se encontra bastante concentrada nos portos que movimentaram até 1.000.000 TEUs¹¹⁰ e que aproximadamente 85% da amostra corresponde a valores inferiores dos 3.000.000 TEUs movimentados. Em contrapartida, o porto de Roterdão (23¹¹¹) registou um tráfego de 11.621.046 TEUs. Embora a amostra não seja totalmente equilibrada, no que respeita a contagem de portos entre os diferentes níveis de movimentação de contentores, prevê-se para níveis maiores de tráfego um maior número de DMUs eficientes quando é utilizado o modelo DEA_{BCC} . Contudo, tal como é sugerido pela tabela 11 e figura 18, na DEA_{CCR} existe maior eficiência para os portos que se encontram na gama entre os 1.000.000 e 3.000.000 TEUs movimentados. Por conseguinte, as diferenças obtidas têm uma explicação que se baseia na estrutura matemática que cada um dos modelos apresenta, pois, a DEA_{BCC} materializa uma restrição de convexidade. Ou seja, enquanto a DEA_{BCC} distingue entre eficiência técnica e de escala, e assim, estima a eficiência técnica pura para uma dada escala de operações, a DEA_{CCR} executa uma avaliação da eficiência global tendo por base rendimentos de escala constante, sem distinguir a eficiência técnica com a de escala, prejudicando a avaliação de eficiência dos portos que apresentam maior volume de movimentação de contentores. Os portos que foram mais afetados pela escala foram os portos de *Norrköping* e o de *Marin*, seguindo-se, em terceiro lugar, o de

¹¹⁰ Corresponde a cerca 61% da amostra total.

¹¹¹ Os portos estão identificados na figura 18 através do DMU. Nos anexos VIII, IX e X estão presentes a identificação do código DMU para o respetivo porto.

Helsinki. As linhas de regressão linear representadas na figura 18 reforçam o facto de a DEA_{BCC} apresentar níveis de eficiência maiores que a DEA_{CCR} , pois, como já referido, para a orientação *output* quanto menor forem os valores (mais próximos do 100%), mais eficientes são os DMUs.

Tabela 11 - Resumo do resultado do número de portos eficientes através dos modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC}

Classes da Movimentação de contentores [TEU] (1)	Contagem total dos portos - DMUs [Número] (2)	Eficientes DEA_{CCR} [Número] (3)	% [(3)/(2)] (4)	Eficientes DEA_{BCC} [Número] (5)	% [(5)/(2)] (6)
0 a 999 999	33	0	0,00%	5	15,15%
1 000 000 a 1 999 999	7	1	14,29%	1	14,29%
2 000 000 a 2 999 999	6	2	33,33%	3	50,00%
3 000 000 a 3 999 999	2	0	0,00%	0	0,00%
4 000 000 a 4 999 999	2	0	0,00%	1	50,00%
5 000 000 a 12 000 000	4	0	0,00%	4	100,00%
Total	54	3	5,56%	14	25,93%

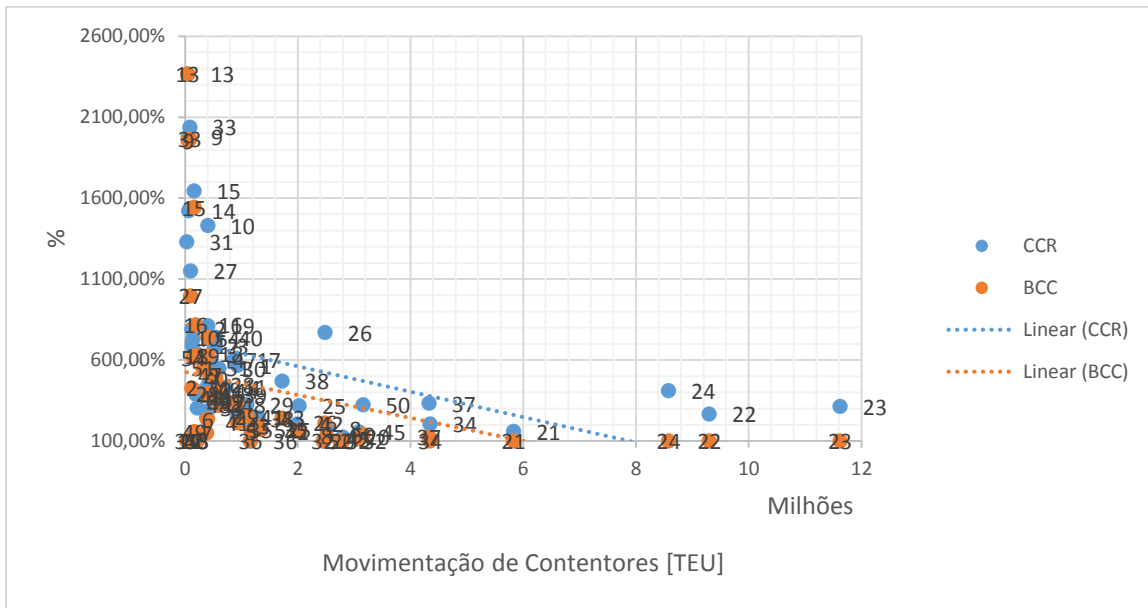


Figura 18¹¹² - Análise de resultados em função da movimentação de contentores [TEU]

¹¹² A figura 18 contém todos os DMUs repetidos (para os dois tipos de DEA) por essa razão é que a compreensão da identificação de muitos DMUs, especialmente os que se encontram na gama entre 0 e os 2.000.000 TEUs movimentados, se torna bastante complicada ou mesmo impossível. Contudo, sendo o objetivo da figura apenas identificar as regiões do gráfico onde estão situados os portos, a identificação dos pontos mais afastados é, ainda assim, perfeitamente visível.

5.5.3. Análise de resultados em função da economia de escala

Relativamente à avaliação de rendimentos de escala, dos cinquenta e quatro portos, quatro apresentam rendimentos de escala constante, trinta e quatro rendimentos de escala decrescente e dezasseis rendimentos de escala crescente, aproximadamente 7%, 63% e 30% respetivamente.¹¹³ A figura 19¹¹⁴ agrupa e relaciona-os por dimensão de contentores movimentados e por rendimentos de escala (constante, decrescente ou crescente). É demonstrado ainda que o rendimento de escala decrescente está bastante relacionado com os que apresentam maiores dimensões (maior número de contentores movimentados). Os seis portos que estão compreendidos entre os 4 e 12 milhões de TEUs movimentados exibem todos rendimentos de escala decrescente, ou seja, aproximadamente 11% da amostra total, mas representam 100% nessa gama referida. Quanto aos restantes, até aos 4 milhões de TEUs, dos quarenta e oito portos, aproximadamente 89% da amostra, vinte e oito apresentam rendimentos de escala decrescente, dezasseis rendimentos de escala crescente e quatro rendimentos de escala constante, respetivamente 58%, 33% e 8%. A tabela 12 ajuda a esclarecer todos os detalhes.

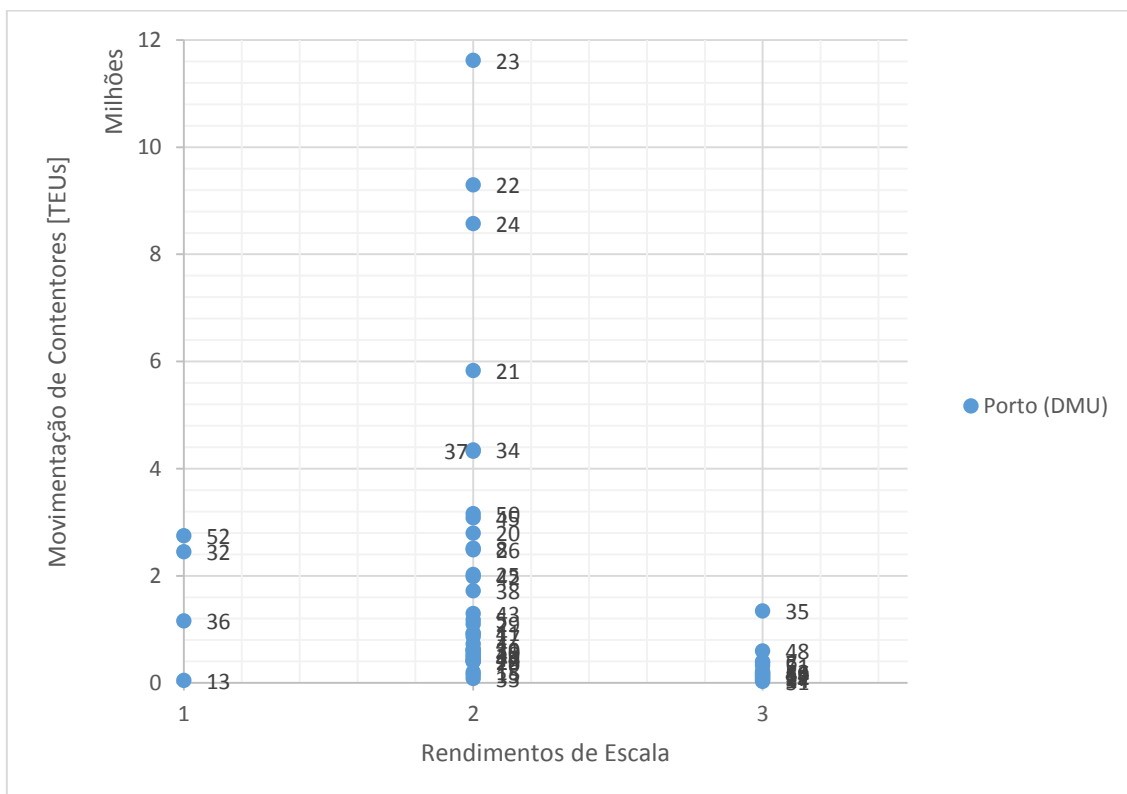


Figura 19 - Análise de resultados em função da economia de escala

¹¹³ Anexo X.

¹¹⁴ Na coordenada das abcissas os valores 1, 2 e 3, correspondem aos rendimentos de escala constante, decrescente e crescente respetivamente.

No entanto, a partir da figura 19 e da tabela 12, conclui-se facilmente que os portos com rendimento de escala decrescente tendem a ser, com maior frequência, os de maiores dimensões. Enquanto os portos com rendimento de escala constante e crescente são, normalmente, os que apresentam menores dimensões. Numa perspetiva teórica, os portos classificados com rendimentos de escala crescente devem aumentar a sua produção de modo a melhorar o resultado de eficiência, pois, nestas circunstâncias o aumento necessário de *input*, de modo a aumentar o mesmo nível de *output*, é substancialmente menor. O mesmo se passa, inversamente, nos portos classificados com rendimentos de escala decrescente, que podem melhorar os seus resultados de eficiência através da redução de consumo de *inputs*, pois, a redução de *inputs* irá traduzir-se numa redução da produção desse porto mas numa proporção que fará aumentar a eficiência desse porto, ou seja, o nível de *inputs* reduzidos é bastante superior para produzir a mesma quantidade de *outputs* do que numa situação de rendimentos de escala crescente ou constante.

Tabela 12 - Análise de dimensão de um porto em função de rendimentos de escala

Classes da Movimentação de contentores [TEU] (1)	Contagem portos - DMUs [Número] (2)	Contagem portos CRS [Número] (3)	% [(3)/(2)] (4)	Contagem portos DRS [Número] (5)	% [(5)/(2)] (6)	Contagem portos IRS [Número] (7)	% [(7)/(2)] (8)
0 a 3 999 999	48	4	8,33%	28	58,33%	16	33,33%
4 000 000 a 12 000 000	6	0	0,00%	6	100,00%	0	0,00%
Total	54	4	7,41%	34	62,96%	16	29,63%

5.5.4. Análise dos portos de referência

Os portos estimados como eficientes, através da metodologia DEA, são considerados, como já referido, conjuntos de referência para os restantes. No anexo X, na coluna *Benchmarks*, tanto para a DEA_{CCR} como para a DEA_{BCC} , da tabela 30, estão apresentados todos os portos com os respetivos conjuntos de portos de referência que os definem. Estes conjuntos de referência têm como finalidade transmitir ao DMU, considerado ineficiente, que outros DMUs eficientes devem ser considerados como referência de modo que o primeiro alcance a eficiência.

As tabelas 13 e 14 enumeram os portos considerados eficientes que são tomados como referência para os restantes, para os modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC} respetivamente. Na tabela 13, que representa a DEA_{CCR} , identifica o porto de Alicante como sendo o que mais se destaca, contabilizando quarenta e três o número de vezes que é considerado como referência para os restantes portos, cerca de 80% da amostra total. Seguem-se o *Malta Freeport* e o porto de Vigo com vinte e oito e onze vezes respetivamente.

Tabela 13 - Portos de referência para a DEA_{CCR}

DMU	DMU Nome (1)	DEA_{CCR}		Frequência DEA_{CCR} (4)	% [(4)/54] (5)
		Pontuação (2)	Benchmarks (3)		
32	Porto de Vigo	100,00%	32	11	20,37%
36	Porto de Alicante	100,00%	36	43	79,63%
52	Porto de Malta	100,00%	52	28	51,85%

A tabela 14 reproduz o modelo DEA_{BCC} e seleciona o porto de Vigo como o que mais vezes é tomado como referência, representando aproximadamente 54% da amostra (vinte e nove ocorrências). Neste modelo existem catorze portos que são avaliados como referência. Os portos de Alicante e o *Malta Freeport* completam o top 3, registando vinte e uma e dezanove ocorrências respetivamente.

Tabela 14 - Portos de referência para a DEA_{BCC}

DMU	DMU Nome (1)	DEA_{BCC}		Frequência DEA_{BCC} (4)	% [(4)/54] (5)
		Pontuação (2)	Benchmarks (3)		
12	Porto de Gavle	100,00%	12	1	1,85%
14	Porto de Norrköping	100,00%	14	0	0,00%
20	Porto de Duisburg	100,00%	20	2	3,70%
21	Porto de Bremen	100,00%	21	8	14,81%
22	Porto de Hamburgo	100,00%	22	4	7,41%
23	Porto de Roterdão	100,00%	23	1	1,85%
24	Porto de Antuérpia	100,00%	24	7	12,96%
31	Porto de Marín	100,00%	31	6	11,11%
32	Porto de Vigo	100,00%	32	29	53,70%
34	Porto de Algeciras Bay	100,00%	34	11	20,37%
36	Porto de Alicante	100,00%	36	21	38,89%
46	Porto de Taranto	100,00%	46	0	0,00%
52	Porto de Malta	100,00%	52	19	35,19%
53	Porto de Ravenna	100,00%	53	2	3,70%

5.5.5. Análise de *slacks*

Os anexos XI e XII apoiam na introdução da matéria da análise de *slacks*, pois, as duas tabelas contidas nestes anexos, representam os resultados diretamente provenientes do *software* utilizado. Constata-se que os portos que são eficientes não possuem qualquer *slack*, enquanto os restantes possuem. As *slacks* representam uma determinada quantidade que um determinado DMU ineficiente necessita para alcançar a fronteira de eficiência. Estas podem

tratar-se de reduções proporcionais de *inputs* ou aumentos proporcionais de *outputs*, ou ambos.

As tabelas 15 e 16 introduzem um resumo descritivo de *slacks* para os modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC} respetivamente. Na tabela 15, a variável com maior frequência de *slacks* é a área do terminal, ou seja, para que um determinado porto alcance a eficiência, este *input* é o que mais vezes é reduzido pelos portos ineficientes. A redução deste *input*, em relação ao seu valor de origem, poderá representar aproximadamente 42%, cerca de vinte e dois milhões de metros quadrados, liderando também nesse aspeto. No que respeita, ainda, à frequência de *slacks*, o comprimento do cais e o *OPEX* completam o *top 3*. Contudo, regista-se uma frequência nula de *slacks* na única variável dependente, a movimentação de contentores.

Tabela 15 - Resumo: *slacks* no modelo DEA_{CCR}

Variáveis (1)	Contagem de DMUs com <i>slacks</i> (2)	Soma <i>slacks</i> (3)	Média [(3)/54] (4)	Soma total de cada variável (5)	% [(3)/(5)] (6)
Número total de pórticos de cais [Número]	25	110,17	2,04	832,00	13,24%
Área do terminal [m ²]	44	22 041 563,17	408 177,10	52 363 000,00	42,09%
Comprimento do cais [m]	34	14 769,34	273,51	117 465,00	12,57%
<i>OPEX</i> [EUR]	28	367 353 056,10	6 802 834,37	1 456 488 842,35	25,22%
Movimentação de contentores [TEU]	0	0,00	0,00	87 241 356,00	0,00%

De acordo com a tabela 16 o comprimento do cais, para a DEA_{BCC} , é a variável com maior frequência de *slacks*, manifestando-se trinta e uma vezes. Esta variável poderá ainda representar uma possível redução de cerca de 11% em relação ao seu valor inicial, com um valor estimado de 13.384,19 m. Contudo, a área do terminal é a que apresenta uma possível maior redução em relação ao seu peso inicial, aproximadamente de 16%. No entanto, a movimentação de contentores continuou a ser a única variável sem qualquer margem de *slack*.

Tabela 16 - Resumo: *slacks* no modelo DEA_{BCC}

Variáveis (1)	Contagem de DMUs com <i>slacks</i> (2)	Soma <i>slacks</i> (3)	Média [(3)/54] (4)	Soma total de cada variável (5)	% [(3)/(5)] (6)
Número total de pórticos de cais [Número]	16	30,31	0,56	832,00	3,64%
Área do terminal [m ²]	30	8 269 942,52	153 147,08	52 363 000,00	15,79%
Comprimento do cais [m]	31	13 384,19	247,86	117 465,00	11,39%
<i>OPEX</i> [EUR]	25	152 318 236,27	2 820 708,08	1 456 488 842,35	10,46%
Movimentação de contentores [TEU]	0	0,00	0,00	87 241 356,00	0,00%

Por fim, através dos *slacks* gerados, descritos nos anexos XI e XII e analisados anteriormente, através do software, estima-se os *target values*. Ou seja, estes são o resultado dos respetivos valores *slacks* adicionados aos valores originais, representado no anexo XIII, para o modelo DEABCC. Os DMUs eficientes possuem *values* que são equivalentes aos seus valores originais (Ozcan, 2008). No entanto, os *target values* são calculados de igual modo nos dois modelos já referidos, mas existem diferenças entre a orientação *input* e a *output*. Sendo o foco do estudo a orientação *output*, as equações (4) e (5) demonstram como é calculado o *target value*, nessa orientação, para os *inputs* e *ouputs* respetivamente.

A equação número 4 justifica o cálculo do *target value* para a orientação *output* para os *inputs* avaliados. O \hat{x}_{io} representa o valor de origem do *input*, sendo o s_i^- o valor da *slack*, com a finalidade de obter o *target value*, ou seja, o novo *input*, representado por x_{io} .

$$x_{ij} = \hat{x}_{ij} - s_i^-; i = 1, \dots, m \quad (4)$$

A equação número 5 explica o cálculo do *target value* para o *output* avaliado com a mesma orientação. O \hat{y}_{ro} identifica o valor de origem do *output*, enquanto o y_{ro} representa o valor final do *output*. As variáveis s_i^+ e τ dizem respeito à *slack* e à eficiência obtida na DEA respetivamente.

$$y_{rj} = \hat{y}_{rj} \times \tau + s_i^+; r = 1, \dots, s \quad (5)$$

Por último, as letras rj representam a variável *output* e os DMUs utilizados respetivamente. Enquanto as letras ij representam as variáveis *inputs* usadas e os DMUs utilizados respetivamente.

5.5.6. Comparação do nível de eficiência entre grupos de portos

As figuras 20 (DEAACCR) e 21 (DEABCC) retratam, graficamente, a eficiência dos portos relacionando com a localização geográfica agrupada em quatro regiões distintas da Europa. As regiões estão identificadas de 1 a 4, identificando respetivamente as regiões da Europa Centro-Oriental, Europa Meridional, Europa Ocidental e Europa Setentrional. Numa primeira abordagem observa-se que os portos da região da Europa Meridional ¹¹⁵ para o modelo DEAACCR são os que apresentam melhores níveis de eficiência, pelo contrário na região da Europa Setentrional é onde se registam os piores níveis. No modelo DEABCC, os portos da região da Europa Ocidental, são os que apresentam melhores níveis de eficiência, com uma eficiência média 292%.

¹¹⁵ Segundo a tabela 17, apresenta uma média de eficiência de 464%.

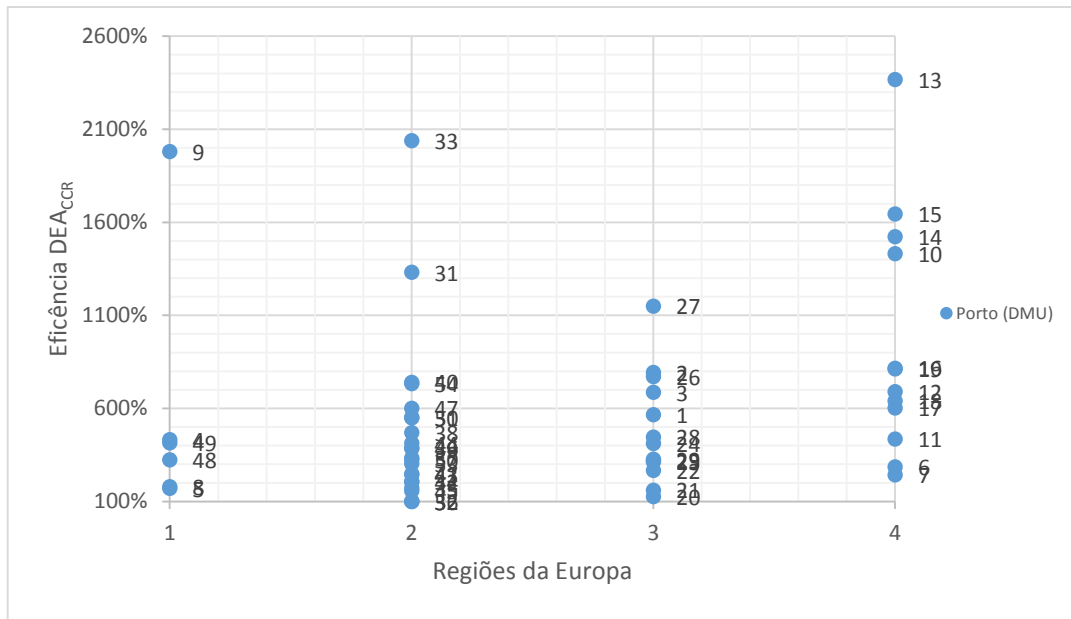


Figura 20 - Análise de resultados (DEA_{CCR}) em função das regiões da Europa

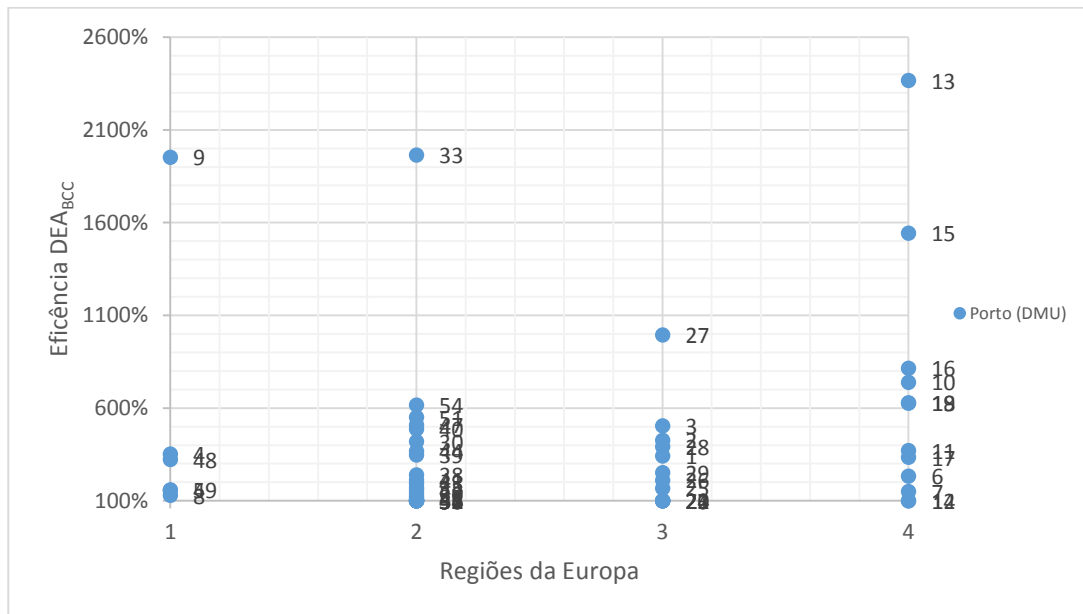


Figura 21 - Análise de resultados (DEA_{BCC}) em função das regiões da Europa

De acordo com a descrição atrás referida, a tabela 17 sintetiza e reforça todas as conclusões retiradas da observação das figuras 20 e 21.

Tabela 17 - Resumo de agrupamento de DMUs por região

Regiões da Europa	Contagem de DMUs (1)	% DMUs [(1)/54] (2)	Contagem de DMUs eficientes DEA_{CCR} (3)	% DMUs eficientes DEA_{CCR} [(3)/3] (4)	Média de eficiência DEA_{CCR} [Valor retirado base de dados] (5)	Contagem de DMUs eficientes DEA_{BCC} (6)	% DMUs eficientes DEA_{BCC} [(6)/14] (7)	Média de eficiência DEA_{BCC} [Valor retirado base de dados] (8)
Europa Centro-Oriental - 1	6	11,11%	0	0,00%	583,00%	0	0,00%	512,00%
Europa Meridional - 2	23	42,59%	3	100,00%	464,00%	7	50,00%	318,00%
Europa Ocidental - 3	13	24,07%	0	0,00%	487,00%	5	35,71%	292,00%
Europa Setentrional - 4	12	22,22%	0	0,00%	957,00%	2	14,29%	668,00%
Total	54	100,00%	3	100,00%	622,75%	14	100,00%	447,50%

Nas figuras 22 e 23 estão relacionadas o tipo de mercadoria movimentada num porto, com a eficiência obtida pelos modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC} . A identificação das variáveis 1 e 2, que se encontram no eixo das abcissas, dessas duas figuras, correspondem respetivamente a portos que contenham vários tipos de mercadoria a operar, inclusive contentores, enquanto, o segundo a portos que movimentam apenas contentores.¹¹⁶ Conforme ilustrado nas duas figuras, evidencia-se uma enorme correlação entre a atividade de um porto quando se foca apenas na movimentação de contentores com a eficiência desse mesmo porto.

¹¹⁶ A distinção foi realizada com recurso a relatórios anuais de cada porto. A classificação foi executada de tal modo que os portos que apresentassem uma percentagem de movimentação de contentores em relação a toda a mercadoria superior a 60%, eram considerados como se apenas movimentassem contentores. Caso contrário, ou seja, se a percentagem fosse inferior a 60%, considerou-se que o porto movimenta vários tipos de mercadoria.



Figura 22 - Análise de resultados (DEA_{CCR}) em função do tipo de mercadoria movimentada num porto



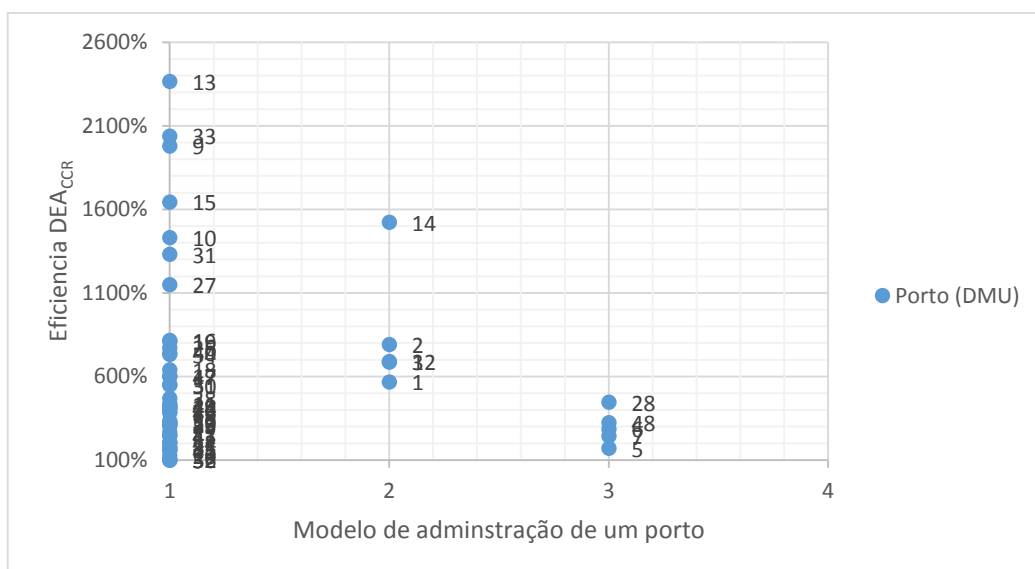
Figura 23 - Análise de resultados (DEA_{BCC}) em função do tipo de mercadoria movimentada num porto

A tabela 18 introduz uma análise mais detalhada, através de uma descrição das principais características que foram alcançadas a partir da análise dos resultados de eficiência (DEA_{CCR} e DEA_{BCC}) em função do tipo de mercadoria movimentada num porto. Conclui-se que um porto é, sem qualquer dúvida, bastante mais eficiente se se focar num tipo de mercadoria, neste caso movimentação de contentores.

Tabela 18 - Resumo do agrupamento de DMUs por tipo de mercadoria movimentada

Tipo de mercadoria	Contagem de DMUs	% DMUs [(1)/54]	Contagem de DMUs eficientes DEA_{CCR}	% DMUs eficientes DEA_{CCR} [(3)/3]	Média de eficiência DEA_{CCR} [Valor retirado base de dados]	Contagem de DMUs eficientes DEA_{BCC}	% DMUs eficientes DEA_{BCC} [(6)/14]	Média de eficiência DEA_{BCC} [Valor retirado base de dados]
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Vários tipos de carga - 1	38	70,37%	1	33,33%	707,00%	8	57,14%	502,00%
Apenas contentores - 2	16	29,63%	2	66,67%	320,00%	6	42,86%	195,00%
Total	54	100,00%	3	100,00%	513,50%	14	100,00%	348,50%

Por fim, é analisado o modelo de administração de um porto com a eficiência obtida nos dois modelos DEA_{CCR} e DEA_{BCC} , ilustrados respetivamente nas figuras 24 e 25 e tabela 19. A identificação das variáveis 1, 2, 3 e 4, apresentadas no eixo do modelo de administração de um porto, correspondem respetivamente ao *landlord*, porto de serviço privado, *toolport* e porto de serviço público. Nestas duas situações, existe uma enorme falta de coerência nos dados, pois, quarenta e quatro portos representam o modelo *landlord*, cerca de 81% da amostra total. Para além desta discrepância não existe qualquer porto administrado de acordo com o modelo de serviço público. As únicas conclusões, apesar de todos estes inconvenientes, são que entre o modelo de serviço privado e *toolport*, este último aparenta apresentar melhores resultados de eficiência em relação ao primeiro, e que no modelo *landlord*, talvez por conter mais de 81% da amostra, é onde estão praticamente inseridos todos os portos considerados eficientes.¹¹⁷

Figura 24 - Análise de resultados (DEA_{CCR}) em função do modelo de administração de um porto

¹¹⁷ No modelo DEA_{CCR} encontram-se 100% dos portos eficientes, enquanto no modelo DEA_{BCC} 86%.

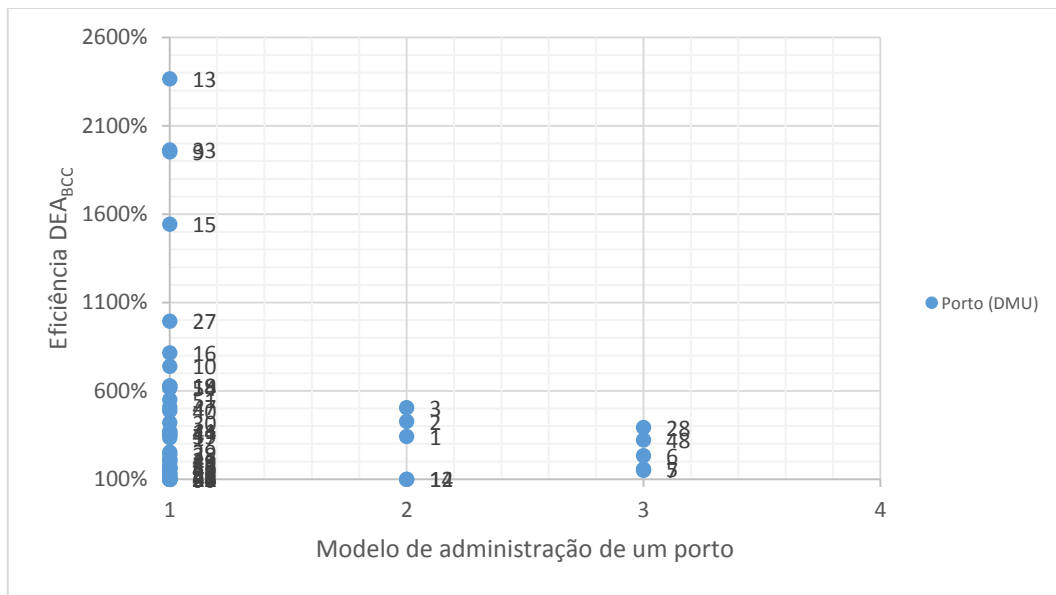


Figura 25 - Análise de resultados (DEABCC) em função do modelo de administração de um porto

Tabela 19 - Resumo do agrupamento de DMUs por modelo de administração

Modelo de administração	Contagem de DMUs (1)	% DMUs [(1)/54] (2)	Contagem de DMUs eficientes DEACCR (3)	% DMUs eficientes DEACCR [(3)/3] (4)	Média de eficiência DEACCR [Valor retirado base de dados] (5)	Contagem de DMUs eficientes DEABCC (6)	% DMUs eficientes DEABCC [(6)/14] (7)	Média de eficiência DEABCC [Valor retirado base de dados] (8)
Landlord – 1	44	81,48%	3	100,00%	597,00%	12	85,71%	442,00%
Porto de serviço privado - 2	5	9,26%	0	0,00%	851,00%	2	14,29%	295,00%
Toolport – 3	5	9,26%	0	0,00%	293,00%	0	0,00%	252,00%
Porto de serviço público - 4	0	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%
Total	54	100,00%	3	100,00%	435,25%	14	100,00%	247,25%

Capítulo 6 CONCLUSÃO

6.1. Síntese conclusiva

Num período em que se tem assistido a uma maior concorrência entre os portos, de modo a enfrentar este tipo de ambiente competitivo, os portos modernos terão que se adaptar e ter em atenção todos os fatores, internos e externos, que influenciam o seu desempenho. Os fatores externos compreendem um entendimento e reconhecimento da variabilidade da procura dos seus clientes e atribuir maior importância à área do *marketing* e da posição dos portos dentro de uma rede internacional administrada pela gestão de cadeia de abastecimento. Os fatores internos consistem na redução de desperdício para um mesmo nível de produção, ou, no aumento de produção para o mesmo nível de recursos (desperdício), de modo a garantir sustentabilidade e competitividade. Como tal, foram estudadas tanto variáveis externas como internas.

Esta dissertação conseguiu atingir os objetivos principais previstos, designadamente a análise do desempenho dos terminais de contentores portuários sitos na região da Europa, através do desenvolvimento de uma análise de eficiência relativa. A metodologia aplicada foi a DEA, através dos modelos, DEA_{CCR} e DEA_{BCC} , com orientação *output*. As variáveis introduzidas no modelo, como *inputs* foram o número total de pórticos de cais, a área do terminal, o comprimento do cais e o *OPEX*. Como *output* foi utilizada a movimentação de contentores em TEUs. A amostra é constituída por cinquenta e quatro portos, para o ano de 2013, distribuídos por vinte e três países Europeus. Por falta de disponibilidade de informação, não se conseguiu obter um maior número de portos, ainda assim, a presente amostra é suficientemente grande, o que permite uma robusta e consistente estimação da eficiência, para a maior parte das análises efetuadas. Os dois modelos DEA apresentam uma forte correlação entre os resultados obtidos dos coeficientes de correlação de *Spearman's rank* e *Pearson*, 0,75 e 0,86 respetivamente.

O estudo identificou os portos de *Gavle*, *Norrköping*, *Duisburg*, *Bremen Ports*, Hamburgo, Roterdão, Antuérpia, *Marin*, Vigo, *Algeciras Bay*, Alicante, Taranto, *Malta Freeport* e *Ravenna* como eficientes no modelo DEA_{BCC} e os portos de Vigo, Alicante e o *Malta Freeport* como eficientes para o modelo DEA_{CCR} . No entanto, tal como previsto, a média de eficiência, para amostra em análise, foi maior aquando da aplicação do modelo DEA_{BCC} com o valor de 4,11 e o valor de 5,92 para a DEA_{CCR} . Relativamente ao modelo DEA_{BCC} , considerado como o mais realista por avaliar apenas a eficiência técnica e assim não estar sujeito à influência da eficiência de escala, apresenta um desperdício de 4,11. Ou seja, caso todos os portos alcançassem a eficiência, mantendo o mesmo nível de recursos, a produção passaria a ser 4,11 superior à atual, o mesmo acontece para o modelo DEA_{CCR} que passaria a ser 5,92 superior. Contudo tal ocorrência é realisticamente impossível, pois, diversas características do mercado não o permitem, como a concorrência e o poder de mercado entre os vários portos e

empresas de *shipping*, a influência de financiamento pelos diversos países, a variação regional do poder de importação e exportação, entre outras características que poderão, diretamente ou indiretamente, influenciar. Por último, o porto de Estocolmo foi o que apresentou, em ambos os modelos, uma maior ineficiência com o valor de 2366% para os dois modelos DEA. Os três portos que registaram maior ineficiência foram os portos de *Ust-Luga*, *Bay of Cadiz* e o de Estocolmo. Estes para além de se encontrarem no *top 5* no que respeita à mais fraca movimentação de contentores, exigem também bastantes recursos para operar.

No que respeita à análise de *slacks* a variável que apresentou maior folga para ambos os modelos foi a área do terminal, ou seja, normalmente, quando um porto é classificado como ineficiente é esta a variável independente que se encontra em excesso e terá que ser devidamente reduzida. Para além da área do terminal, no modelo DEA_{CCR} , também o OPEX, apresentou uma elevada folga, enquanto no modelo DEA_{BCC} , também, o comprimento de cais e o OPEX surgem com um elevado nível de desperdício. Para estas variáveis que afetam negativamente, por excesso, a eficiência de um porto, de modo a melhorar o seu desempenho global, novas medidas que tornem esses excessos de recursos em fontes de rendimento para o porto têm que ser implementadas. A adoção das *best practices* dos portos considerados eficientes é uma alternativa mais conservadora que pode ser realizada. Assim, outras novas ideias, poderão ser aplicadas, como o aluguer de um espaço dentro da área do porto que não esteja a ser utilizado, a remuneração dos trabalhadores possuir uma componente variável consoante o alcance do objetivo estipulado, uma melhor organização do espaço quer na área do terminal quer no comprimento do cais, a capacidade do porto conseguir atrair novas transportadoras marítimas, entre muitas outras alternativas que poderão tornar um porto mais competitivo.

Como propósito deste estudo, a produção de um porto foi analisada em função da sua dimensão. Apesar de a amostra não ser totalmente equilibrada,¹¹⁸ verificou-se que no modelo DEA_{BCC} para maiores níveis de tráfego (superiores a 5.000.000 TEUs) maior é o número de portos eficientes. Ao passo que no modelo DEA_{CCR} existe maior eficiência nos portos quando o número de movimentação de contentores se encontra entre os 1.000.000 e 2.999.999 TEUs. A figura 18 sugere ainda que a eficiência num porto tem tendência a aumentar quanto maior for o número de movimentação de contentores. Todos estes valores obtidos baseiam-se na estrutura matemática que caracteriza cada um dos modelos, pois, a DEA_{BCC} materializa uma restrição de convexidade. Ou seja, enquanto a DEA_{BCC} distingue entre eficiência técnica e de escala, e assim, estima a eficiência técnica pura para uma dada escala de operações, a DEA_{CCR} executa uma avaliação da eficiência global tendo por base rendimentos de escala constante, sem distinguir a eficiência técnica com a de escala, prejudicando a avaliação de eficiência dos portos que apresentam maior volume de movimentação de contentores. Os

¹¹⁸ Aproximadamente 85% da amostra apresenta valores inferiores a 3.000.000 TEUs movimentados.

portos que foram mais afetados pela escala foram os portos de *Norrköping*, *Marin*, e o de *Helsinki*.

A produção de um porto foi também analisada em função da economia de escala. A amostra contém os três tipos de rendimentos de escala, os rendimentos de escala constante, decrescente e crescente, respetivamente com os pesos 7,41%, 62,96% e 29,63%. O estudo concluiu que o rendimento de escala decrescente está bastante relacionado com os portos que apresentam maiores dimensões (maior número contentores movimentados). Enquanto os portos com rendimento de escala constante e crescente são, normalmente, os que apresentam menores dimensões. Num contexto teórico os portos classificados como rendimentos de escala crescente devem aumentar a sua produção de modo a melhorar o resultado de eficiência, pois, nestas circunstâncias o aumento necessário de *input*, de modo a aumentar o mesmo nível de *output*, é substancialmente menor. Inversamente, nos portos classificados como rendimentos de escala decrescente, que podem melhorar os seus resultados de eficiência através da redução de consumo de *inputs*, a redução de *inputs* irá traduzir-se numa redução da produção desse porto mas numa proporção que fará aumentar a eficiência desse porto, ou seja, o nível de *inputs* reduzidos é bastante superior para produzir a mesma quantidade de *outputs* do que numa situação de rendimentos de escala crescente ou constante.

Por último, procedeu-se à comparação do nível de eficiência entre grupos de portos com diferentes localizações, tipo de mercadorias e modelos de administração. A localização geográfica, neste estudo, agrupa-se em quatro diferentes regiões, sendo que cada uma apresenta diferentes níveis de eficiência. No modelo DEA_{CCR} a região da Europa Meridional é a que apresenta melhores níveis de eficiência, pelo contrário na região da Europa Setentrional é onde se registam os piores níveis. No modelo DEA_{BCC} , os portos da região da Europa Ocidental, são os que apresentam melhores níveis de eficiência, com uma eficiência média 292%. Neste modelo, a região da Europa Setentrional continua a apresentar os resultados de eficiência mais negativos. Relativamente ao tipo de mercadoria concluiu-se que um porto é mais eficiente quando se foca num determinado tipo de mercadoria, neste caso, movimentação de contentores. Por fim, no que respeita ao modelo de administração não se conseguiu obter a conclusão esperada, pois, existe uma enorme falta de coerência nos dados, pois, quarenta e quatro portos representam o modelo *landlord*, cerca de 81% da amostra total. Para além desta discrepância, o modelo de serviço público não regista qualquer porto com essa característica. Devido a estes inconvenientes, as únicas conclusões que podemos retirar no que se refere a este ponto são: que o modelo de *toolport*, aparenta apresentar melhores resultados de eficiência em relação ao modelo de serviço privado, e que o modelo *landlord*, (talvez por conter mais de 81% da amostra), abarca todos os portos considerados eficientes.

6.2. Limitações

A disponibilidade de dados travou por diversas vezes o desenvolvimento do estudo. Não obstante, diversas alternativas foram implementadas de modo a colmatar qualquer problema que tivesse abrandado a execução, neste caso, da realização da base de dados, que é o apoio indispensável de todo este estudo. Contudo, algumas potenciais variáveis nem chegaram a ser avaliadas para serem introduzidas no modelo,¹¹⁹ visto que, ou não existia fonte suficientemente credível que apresentasse valores razoáveis, ou, não existia qualquer tipo de fonte e consequentemente não existia disponibilidade de dados para todos os DMUs necessários. Constatou-se que o modo de disponibilidade de dados e até mesmo da privacidade de alguns dados está bastante dependente de região para região. Os portos da região de Inglaterra¹²⁰, Escócia, Turquia, Roménia e Bulgária não disponibilizaram informação relevante para serem introduzidos na base de dados, pois, afirmaram tratar-se de informação confidencial e que não tinham autorização para a partilhar. Porém, outros casos, em que a disponibilidade de dados se complicou, mas que através de uma pesquisa mais intensa e pormenorizada, comunicação direta (via e-mail e telefone) com as próprias entidades, entre outros métodos utilizados, como o *Google Maps*¹²¹, conseguiu-se alcançar todos os dados pretendidos com um bom nível de fiabilidade.

A seleção e utilização do *software* EMS para a análise de eficiência DEA foi também, ao início, um obstáculo a combater, pois, inicialmente muitos outros softwares existiam mas uns com limitações no número de dados a utilizar, outros com uma instalação bastante complexa e outros apenas com acesso de utilização através de pagamento. Deste modo selecionou-se o EMS que reúne todos os requisitos necessários para a execução deste estudo.

6.3. Trabalhos futuros

O objetivo principal deste estudo foi avaliar o desempenho dos portos Europeus. Contudo, num trabalho futuro seria bastante interessante implementar outras variáveis, metodologias e até mesmo abordagens ou contextos, e por fim, analisar os resultados.

No que respeita às variáveis, muitas outras não foram incluídas pela falta de disponibilidade de informação e pelo aumento de complexidade a que o estudo iria estar sujeito. O CAPEX, o número de trabalhadores e o número de rebocadores e de gruas agrupados por funções e tecnologia poderiam ser incorporadas no modelo de modo a tornar os resultados mais realistas. Outra característica relevante é o nível de tecnologia que cada porto ou terminal possui, pois, o

¹¹⁹ São exemplo as seguintes variáveis: número de pórticos de parque, número de rebocadores, capacidade (TEUs/ano) e CAPEX.

¹²⁰ Relativamente aos portos de Inglaterra existe a exceção do porto de *Tilbury*, em que partilha a informação necessária, e consecutivamente entra na base de dados.

¹²¹ O *Google Maps* serviu de apoio incondicional para a obtenção de dados, como para a área de terminais de contentores, que não se encontrava disponível na informação desses respetivos portos, assim como, para o comprimento de cais do terminal, e ainda, no apoio à contagem do número de pórticos de cais dos terminais.

software de gestão utilizado, as gruas e os rebocadores podem não corresponder ao mesmo nível de produtividade em todos os portos analisados, logo, uma certa diferenciação deveria ser aplicada. Por fim, embora a amostra tenha tido o tamanho suficiente para responder a quase todas as questões, um maior volume nos dados utilizados teria dado maior impacto ao estudo.

Relativamente à metodologia, outras técnicas poderiam ter sido aplicadas para posteriormente serem comparados os resultados finais. Para além da metodologia DEA, existe também a metodologia SFA, um modelo paramétrico, cujo enfoque é alcançar os resultados de eficiência relativa através de uma fronteira de eficiência que tem como base uma função de distribuição probabilística. Apesar de neste estudo ter sido aplicada a metodologia DEA com orientação *output*, poderia ter sido também usada a orientação *input*, que reservo para um futuro trabalho. A utilização de um maior conjunto de metodologias para a mesma amostra poderá reforçar a credibilidade dos resultados.

Por fim, outras quatro abordagens e contextos poderão ser relevantes para futuros estudos. Primeiro, em relação à cadeia de abastecimento, a mercadoria após abandonar o porto terá como seu próximo destino armazéns ou retalhistas e a realização de uma análise de *benchmarking* das diferentes operadoras de transporte (neste caso, seria principalmente transporte terrestre) seria bastante interessante, na medida em que poderia estar indiretamente relacionado como uma continuação deste estudo. Em segundo lugar, para além da avaliação de eficiência dos portos, que foi realizada neste estudo, a execução de um *ranking* para esses portos e ainda o seu agrupamento por país e região seria um caso também bastante estimulante de análise. Em terceiro lugar, muito importante, seria complementar este estudo com a mesma amostra mas para um conjunto de anos diferentes, de modo a obter conclusões de crescimento e dinâmicas ao longo do tempo, denominado também de *panel data*. Por último, a sugiro ainda uma análise de eficiência em função da emissão de CO₂ com a função de minimizar a emissão de gases e assim tornar esta indústria ambientalmente sustentável.

BIBLIOGRAFIA

- Abbes, S. (2007). Marginal social cost pricing in European seaports. *University of Nantes, Department of Economics*. *European Transport*, (36), p. 4-26.
- Al-Eraqi, A. S., Barros, C. P., Mustafa, A., & Khader, A. T. (2007). Evaluating the location efficiency of Arabian and African seaports using Data Envelopment Analysis (DEA). *Working Papers 019*.
- Banker, R., Charnes, A., Swarts, J., Cooper, W., & Thomas, D. (1989). An introduction to Data Envelopment Analysis with some of its models and their uses. *In Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, 5, p. 125-163.
- Barnett, V., & Lewis, T. (1994). Outliers in statistical data. *School of Mathematical & Physical Sciences*.
- Barros, C. P. (2006). A benchmark analysis of Italian seaports using data envelopment analysis. *Maritime Economics & Logistics*, 8 (4), p. 347-365.
- Brito, T. (2013). Reflexão sobre o desempenho do setor portuário marítimo no Brasil. *Dissertação de Mestrado no Instituto Superior Técnico de Lisboa*.
- Caldeirinha, V. (2015). Portos, a oportunidade realista do país. *Revista científica: INGENIUM*, 2 (146), p. 28-29.
- Campos, P. G. (2007). Parcerias público-privadas e justiça, Uma análise comparada de diferentes experiências. *Observatório permanente da justiça portuguesa centro de estudos locais*.
- Carrasqueira, H., Teotónio, I., Carrasco, P., & Rebelo, S. (2010). Aplicação da metodologia DEA na análise do desempenho de núcleos científicos numa instituição de ensino. *Universidade do Algarve. Dos Algarves*, 19 (2), p. 3-17.
- Carvalho, M. L. (2007). Performance evaluating of the Portuguese seaports. *Dissertação de Mestrado no Instituto Superior Técnico de Lisboa*.
- Castillo-Manzano, J. I., & Fageda, X. (2014). How are investments allocated in a publicly-owned port system? Political factors vs. economic criteria. *Regional Studies*, 48 (7), p. 1279-1294.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research* 2, p. 429-444.
- Cisco. (2014). Port of Hamburg relies on IoE capabilities to improve management of waterways, roads and rail.
- Coelli, T. (1996). A guide to DEAP Version 2.1. A data envelopment analysis computer program. *Centre for efficiency and productivity analysis, Department of Econometrics*.
- Committee. (2007). The ports industry in England and Wales. *Second Report of Session 2006-07, I. House of commons transport*. 1 (61).

- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis: history, models, and interpretations. *International Series in Operations Research & Management Science* 164.
- Crespo de Carvalho, J. (2012). Logística e gestão da cadeia de abastecimento. *Lisboa: Edições Sílabo*.
- Cullinane, K., Song, D. W., & Wang, T. F. (2003). Private sector participation in Asian Ports. *Pomorski zbornik* 41, (1), p. 177-194.
- Cullinane, K., Wang, T.-F., Song, D.-W., & Ji, P. (2006). The technical efficiency of container ports: comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Science Direct, Transportation Research Part A* 40 (4), p. 354-374.
- Decreto Lei nº 236/2012 de 31 de Outubro. Diário da República nº 211/2012 - I Série A. (s.d.).
- Decreto Lei nº 257/2002 de 22 de Novembro. Diário da República nº 270/2002 - I Série A.
- Decreto Lei nº 273/2000 de 9 de Novembro. Diário da República nº 259/2000 - I Série A.
- Decreto Lei nº 298/93 de 28 de Agosto. Diário da República nº 202/1993 - I Série A.
- Decreto Lei nº 324/94 de 30 de Dezembro. Diário da República nº 301/94 - I Série A.
- Decreto Lei nº 46/2002 de 2 de Março. Diário da República nº 52/2002 - I Série A.
- Degrassi, S. (2001). The seaport network hamburg. *Dissertação de mestrado na Universidade de Hamburgo*.
- Despacho nº 16054-B/2012, de 17 de Dezembro. (s.d.).
- European Commission. (2002). Container specifications. Chapter 3.
- European Union. (2014). The World Factbook. *Factbook, CIA World*.
- EUROSTAT. (s.d.). Obtido de <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- Fonseca, Á. (2009). Contribuição para o estudo das parcerias público-privadas no sector. *Dissertação de Mestrado no Instituto Superior Técnico de Lisboa*.
- Fuentes, A. (2009). La experiencia española en concesiones y APPs: Puertos y Aeropuertos. Capítulo 4.
- Herrera, S., & Pang, G. (2008). Efficiency of infrastructure: the case of container ports. *Revista Economía*, 9 (1), p. 165-194.
- Instituto da Mobilidade e dos Transportes. (2013). Movimento de carga e de navios nos portos do continente. *Relatório mensal Dezembro 2013*.
- International Harbour Masters. (2014). Port information guide. *Port of Rotterdam, November 2014*. Rotterdam.
- Katsarova, I. (2013). Liberalisation of EU port services: issues and consequences for dock workers. *Library of the European Parliament*.
- Kemme, N. (2013). Design and Operation of Automated Container Storage Systems. *Contributions to management science, Chapter 2*.

- Kim, M., & Harris, T. (2008). Efficiency analysis of the US biotechnology industry: clustering enhances productivity. *The Journal of Agrobiotechnology Management & Economics*, 12 (3 & 4).
- Klink, V. H. (1995). Towards the borderless mainport Rotterdam - an analysis of functional, spatial and administrative dynamics in port systems. *Tinbergen Institute research series*. Amsterdam.
- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. (2000). Stochastic frontier analysis. *Cambridge: Cambridge University Press*.
- Lafuente, J. M. (2012). Comparação dos modelos de Parcerias Público-Privadas (PPP) nos portos da Europa. *Dissertação de Mestrado na Universidade Católica Portuguesa*. .
- Langen, P. W. (2004). The performance of seaport clusters; a Framework to Analyze Cluster Performance and an Application to the Seaport Clusters of Durban, Rotterdam and the Lower Mississippi. *ERIM and TRAIL thesis series*.
- Levinson, M. (2008). Freight pain: The rise and fall of globalization. *Foreign Affairs*, 87 (6), pp. 133-140.
- Lin, L.-C., & Tseng, L.-A. (2005). Application of DEA and SFA on the measurement of operating efficiencies for 27 international container ports. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, p. 592-607.
- Liu, Q. (2010). Efficiency analysis of container ports and terminals. *Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of University College London*.
- Lloyd's List. (2013). TOP 100 Container Ports 2013. *Containerisation International*, p. 16-60.
- Lu, B., & Park, N. (2013). Sensitivity analysis for identifying the critical productivity factors of container terminals. *Journal of Mechanical Engineering* 59, p. 536-546.
- Lu, B., & Wang, X. (2012). Application of DEA on the measurement of operating efficiencies for east-Asia major container terminals. *Journal of System and Management Sciences*, 2 (1), p. 1-18.
- Manzano, J. I., Quijada, M. T., & Nuño, M. M. (2004). Economic evaluation of the spanish port system using the promethee multicriteria decision method. *Working Paper, Centro de Estudios Andaluces*, 84 Seville, p. 30.
- Meersmans, P. J., & Dekker, R. (2001). Operations Research supports container handling. *Econometric Institute Report EI 2001-22*.
- Merk, O., & Dang, T. (2012). Efficiency of world ports in container and bulk cargo (oil, coal, ores and grain). *OECD Regional Development Working Papers, OECD Publishing. (OECD, Ed.)*
- Mokhtar, K., & Shah, M. (2013). Efficiency of operations in container terminals: a Frontier Method. *European Journal of Business and Management*, 5 (2).
- Monteiro, M. F. (2003). The concession process in the portuguese port sector. *Dissertação de Mestrado no Instituto Superior Técnico de Lisboa*.
- Munisamy, S. (2010). Analyzing technical and scale efficiency of Asian ports with Data Envelopment Analysis.

- Munisamy, S., & Jun, O. B. (2013). Efficiency of Latin American container seaports using DEA. *Proceedings of 3rd Asia-Pacific Business Research Conference 25-26 February 2013*.
- Nigra, S. M. (2010). Efficiency of the seaport sector. *Dissertação de Mestrado no Instituto Superior Técnico de Lisboa*.
- Nijdam, M., Jong, O., Horst, M. v., Bossche, M. v., Swart, L., & Buckmann, E. (2014). Study on distorted cross-border competition between seaports. *RHV-Erasmus University*.
- OECD. (2004). Territorial reviews, Busan - Korea. *Chapter 1 and 2*.
- OECD. (2013). The competitiveness of global port-cities: synthesis report. *Chapter: 1, 2, 3, 4 and 5*.
- Oliveira, L. (2015). Portugal na rede transeuropeia, contexto histórico e objetivos actuais, o que falta fazer? Portugal 2020. *Revista científica: INGENIUM*, 2 (146), p. 22.
- Ozcan, Y. A. (2008). Health care benchmarking and performance evaluation, An assessment using data envelopment analysis (DEA). *International Series in Operations Research & Management Science (ISSN 0884-8289 ; 120)*.
- Pjevcevic, D., Radonjic, A., Hrle, Z., & Colic, V. (2012). DEA window analysis for measuring port efficiencies in Serbia. *Promet - Traffic&Transportation*, 24 (1), p. 63-72.
- Port Klang Authority. (January de 2011). Gateway, a publication of port Klang Authority. *Report January 2011*.
- Saanen, Y. A. (2004). An approach for designing robotized maritime container terminals. *Thesis for: PHD, Advisor: Prof. Dr. H.G. Sol & prof. ir. J.C. Rijsenbrij*. p. 27-33.
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2005). *Macroeconomia*. McGraw-Hill, 18 (20).
- Shin, C.-H., & Jeong, D.-H. (2013). Data envelopment analysis for container terminals considering an undesirable output - Focus on Busan Port & Kwangyang Port, p. 195-201.
- Simões, P., Carvalho, P., Fonseca, A., & Marques, R. C. (2010). Governance and comparative performance of Iberian Peninsula seaports. An Application of Non-parametric Techniques. *International Journal of Transport Economics*, 37 (1), p. 32-51.
- Sørensen, S., Moltesen, J., & Haahr, J. (2008). Transport and logistics sector: Rotterdam cluster, the Netherlands. *European Foundation for the Improvement of Living and Working*.
- Sotto Maior, J. (2006). Contributos para uma gestão melhorada dos portos nacionais. *Universidade de Aveiro*.
- Steenken, D., Voß, S., & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operation and operations research - a classification and literature review, p. 3-49.
- The World Bank. (2007). Port reform toolkit. *Second Edition. Module: 1, 2, 6 and 8*.
- Tomlinson, J. (2009). History and Impact of the Intermodal Shipping Container. *Pratt Institute*.
- Tongzon, J. L. (2001). Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A*, 35 (2), p. 107-122.

- Tseng, Y.-y., Yue, W. L., & Taylor, M. (2005). The role of transportation in logistics chain. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, p. 1657-1672.
- UNCTAD. (1976). Port performance indicators. *United Nations Conference on Trade and Development, Chapter: 1, 2, 4 and 5*.
- UNCTAD. (2013). Review of maritime transport 2013. *United Nations Conference on Trade and Development*.
- United Nations Publication. (1976). Port performance indicators. *Chapter: 1,2 and 3*.
- Verhoeven, L. (1997). Based upon "BOT in Nederland". *Thesis research, University of Technology. Delft the Netherlands*.
- Vis, I. F., & Koster, d. R. (2003). Transshipment of containers at a container terminal: An overview. *Science direct. European Journal of Operational Research* 147, p. 1-16.
- Wang, G., Knox, K., & Lee, P. (2013). A study of relative efficiency between privatized and publicly operated US ports. *Maritime Policy & Management*.
- Wang, T., Cullinane, K., & Song, D. (2005). *Container Port Production and Economic Efficiency*. palgrave macmillan.
- Wang, T.-F., & Cullinane, K. (2006). The efficiency of European container terminals and implications for supply chain management. *Maritime Economics & Logistics. Palgrave Macmillan*, p. 82-99.
- Wang, T.-F., Song, D.-W., & Cullinane, K. (2003). Container port production efficiency: a comparative study of DEA and FDH approaches. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5.
- Zhang, Y., & Bartels, R. (1998). The effect of sample size on the mean efficiency in DEA: With an application to electricity distribution in Australia, Sweden and New Zealand. *Journal of Productivity Analysis*, 9, p. 187-204.

ANEXOS

Anexo I – Tipos e tamanhos dos contentores

A utilização de contentores captou enorme atenção devido à sua standardização. Contudo, um conjunto de diferentes tamanhos e tipos têm que ser distinguidos apesar de todos os diferentes contentores de carga estarem de acordo com a standardização ISO 668.

Caracterização por tamanho

Na tabela 20 estão descritos todos os possíveis tamanhos de contentores. Verifica-se, quer em altura como em comprimento, existem três diferentes possíveis dimensões enquanto em largura apenas existe uma possibilidade. Neste âmbito é comum usar-se a unidade de medida TEU (1 TEU = 20'), indica normalmente o comprimento de um contentor por defeito.

Tabela 20 - Tamanho contentores








Tamanho contentores		
Comprimento	Altura	Largura
20' (6,058 metros)	0' (0 metros)	8' (2,438 metros)
40' (12,192 metros)	8'6" (2,591 metros)	
45' (13,716 metros)	9'6" (2,896 metros)	

Um contentor com uma altura de 9'6" é normalmente designado como *high-cube* ao passo que um com uma altura de 0' possui as paredes dobráveis ou nem as tem mesmo. O peso bruto máximo que um contentor de 20' (1 TEU) consegue suportar é aproximadamente de 24.000 kg, sendo que para um de 40' (2 TEUs) passa para os 30.480 kg (European Commission, 2002).

Caracterização por carga

A tabela 21 classifica os diferentes tipos de contentores que são usados de acordo com a carga que é transportada.

Tabela 21 - Tipos de contentores

<i>Dry container</i>			
<i>Tank container</i>			
<i>Open container</i>			
<i>Ventilated container</i>			
<i>Refrigerator container</i>			

122

O *dry container* é o contentor padrão fechado com duas portas que é usado para o carregamento de granéis sólidos sem qualquer restrição específica.

O *tank container* é usado para transporte de líquidos ou gases. Consiste num tanque protegido por uma armação de metal que permite o empilhamento com os contentores padrão (*dry container*), ou seja, consegue-se manter assim a uniformidade dos contentores.

O *open container* não tem telhado, tal como as paredes podem também não existir. Neste caso, a carga fora do padrão é a que será transportada. A tabela 6 sugere que podem existir vários tipos de contentores abertos, uns apenas sem telhado, outros apenas com paredes laterais e outros mesmo sem qualquer tipo de parede (consoante o tipo de carga escolhe-se o mais adequado).

O *ventilated container* é um contentor padrão (*dry container*) mas usado para carga específica que precisa de ventilação natural, esta é fornecida por aberturas no topo.

O *refrigerator container* é também um contentor padrão mas com a característica de ser usado para carga que precisa de ser refrigerada. Existem dois tipos de *refrigerator container*: *conai-container* (não possui equipamento próprio de refrigeração, beneficia de duas válvulas na parede para encaixe) e *integral reefer* (contem uma unidade de refrigeração elétrica incorporada).

¹²² Nota: Na tabela 21 estão representados contentores de 1 ou 2 TEUs, o objetivo desta tabela é a distinção do tipo de contentores e não do tamanho.

Anexo II – Diferentes modos de transporte

O transporte da mercadoria pode ser realizado através de diferentes modos, consoante o tipo de percurso, a capacidade transportada e outras características – tabela 22.

Tabela 22 - Diferentes modos de transporte

Navios de longa distância	Distâncias longas (entre diferentes países e continentes);
	Transportam normalmente mais de 1.000 TEUs;
	Passa normalmente por vários terminais portuários e em cada descarrega e carrega mercadoria.
Navio de curta distância	Pequenas distâncias (entre pequenas áreas, mesmo país ou países do mesmo continente);
	Capacidades de transporte normalmente entre os 100 TEUs.
Feeder vessels	Pequenas distâncias (entre pequenas áreas, mesmo país ou países do mesmo continente);
	Pequenas capacidades de transporte como o navio de curta distância;
	Transportam contentores provenientes dos navios de longa distância;
	Transportam contentores com destino aos navios de longa distância.
Barcaças (Barges)	Pequenos navios (Têm pequenos trajetos, servem por norma regiões interiores por rios e canais);
	Apenas têm capacidade para aproximadamente 15 TEUs.
Comboios	Transportam contentores por via terrestre por caminhos interiores (com destino ou origem nos terminais portuários);
	Capacidade depende do número de carruagens.
Camião	Compreendem caminhos interiores por via terrestre (estradas);
	Por norma têm a capacidade de 2 TEUs (dependendo de regulações legais caminhões com maiores capacidades são possíveis de atuar).

Anexo III – Processos dos subsistemas num terminal

Tabela 23 - Esquema dos subsistemas das principais operações num porto

	Responsabilidade	Problemas a superar no dia-a-dia	Objetivo
Ship-to-shore	Operação de carga e descarga; Lidar com o desenvolvimento e crescimento dos navios (elaborar novos métodos de planeamento para alcançar melhores resultados).	Planeamento operacional ¹²³ ; Planeamento de estiva ¹²⁴ ; Local da atracação; Afetação das QC ¹²⁵ aos respetivos navios.	Minimização do tempo de atracação.
Waterside horizontal-transport	Interface entre os subsistemas <i>ship-to-shore</i> e o <i>storage</i> ; Transporte da mercadoria entre os pátios de cais e os parques de armazenamento.	Tipos de veículos utilizados ¹²⁶ ; Otimizar e coordenar os tempos e os percursos dos veículos entre as duas interfaces.	Transferência eficiente, harmoniosa e rápida dos contentores, entre os QC e os parques de armazenamento.
Storage	Interface entre os subsistemas <i>Waterside horizontal-transport</i> e o <i>Hinterland-connection</i> ; Coordenar e gerir cada parque de armazenamento (cada um com uma função específica).	Otimizar a área total de armazenamento ¹²⁷ ; Infraestruturas necessárias para o eficiente empilhamento dos contentores (Investimento vs. Tecnologia).	Armazenar e facilitar a distribuição de contentores por todo o terminal. Serviços como CFS ¹²⁸ , armazenamento de contentores vazios e as instalações para manutenção e reparação são objetivos secundários.
Hinterland-connection	Interface entre a área de armazenamento e o interior de um país; Evitar ilegalidades a partir da zona de fronteira.	Utilização de infraestruturas especializadas para o controlo e segurança; Manter grande nível de controlo de segurança.	Garantir a segurança e o eficiente nível de fluxo da mercadoria.

¹²³ É essencial otimizar o número de todas as movimentações de descarregamento e carregamento (o eficiente e correto empilhamento dos contentores assim como a localização destes no navio ou nos parques de armazenamento é importantíssimo para reduzir o tempo de todo este procedimento).

¹²⁴ Colocação do contentor desde o cais até ao navio.

¹²⁵ *Quay Crane* (Pátio de cais) – tipo de grua especificamente utilizada para a carga e descarga de contentores num terminal (ANEXO IV). Segundo Steenken, et al. (2004), enquanto um *feeder vessel* precisa de um ou dois QC, um *deep-sea vessel* precisa entre quatro a seis QC.

¹²⁶ Diferem na capacidade, flexibilidade, velocidade, grau de automatização e outras características de transporte.

¹²⁷ O constante aumento do volume de contentores durante o mesmo período de tempo tem colocado os parques de armazenamento à prova, métodos de empilhamento têm sido a solução mais eficiente.

¹²⁸ Local em onde a mercadoria dos contentores é descarregada ou carregada para facilitar o transbordo.

Anexo IV – Equipamentos num terminal

Tabela 24 - Equipamentos num terminal

	Caraterísticas
Pórticos de cais	Tamanho; Capacidade de manuseamento; Conceito logístico ¹²⁹ .
Veículos¹³⁰	<i>Truck-trailer unit;</i> <i>Straddle carrier;</i> <i>Automated-guided vehicle;</i> <i>Multi-trailer system.</i>
Equipamento de Armazenamento¹³¹	<i>Reachstacker;</i> <i>Forklifts;</i> Pórticos de parque ¹³² .

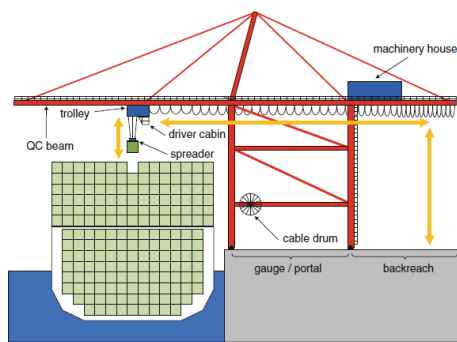


Figura 26 - Esquema de um pórtico de cais (Kemme, 2013)

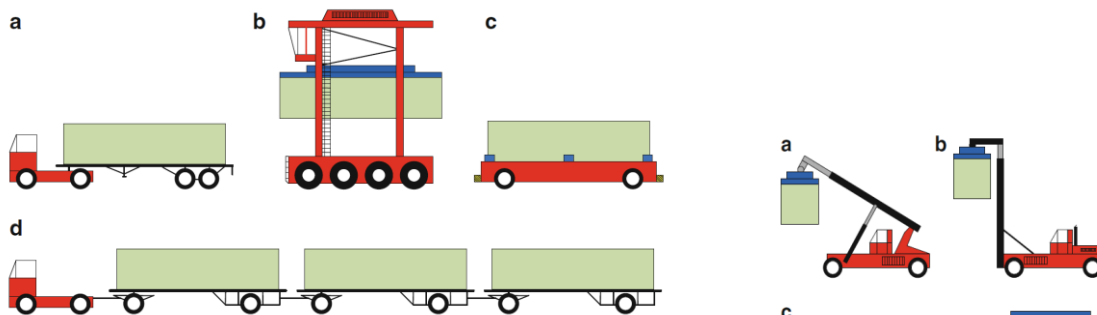
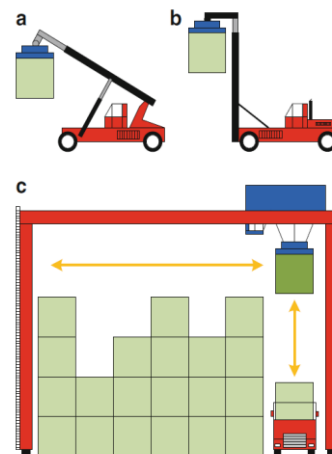


Figura 27 - Tipos de veículos (Kemme, 2013)

Figura 28 - Tipos equipamento para armazenamento (Kemme, 2013)



¹²⁹ QC movidos a pneus de borracha ou quando estão montados em trilhos (o primeiro apresenta movimentos menos limitados).

¹³⁰ Figura 27 (a: *truck-trailer unit*; b: *straddle carrier*; c: *automated-guided vehicle*; d: *truck-trailer unit*).

¹³¹ Figura 28 (a: *reachstackers*; b: *forklifts*; c: pórtico de parque).

¹³² O pórtico de parque é um equipamento altamente tecnológico, permitindo uma enorme exatidão no desenvolvimento das operações (automatização no empilhamento dos contentores), possuem também elevada produtividade (rapidez no processo), estes são considerados equipamentos de grande investimento.

Anexo V – Indicadores de desempenho

Tabela 25 - Exemplo de indicadores de desempenho

Indicadores Financeiros	Indicadores operacionais
Toneladas movimentadas	Tempo atraso na chegada
Receita de ocupação de cais por carga	Tempo de espera
Receita de movimentação de carga	Tempo de serviço
Despesa de trabalho por carga	Tempo de rotação
Despesa de equipamento por carga	Toneladas por navio
Contribuição por carga	Fração de tempo de atracação do navio
	Número de trabalhadores por navio
	Toneladas por navio por hora no porto
	Toneladas por navio por hora no cais
	Toneladas por trabalhador por hora
	Fração de tempo inativo do trabalhador

Anexo VI – Ranking 50 portos internacionais por dimensão e autoridade portuária (2013)

Tabela 26 - Top 50 portos internacionais 2013

Classificação	País	Porto	Volume 2013 ¹³³	Autoridade Portuária	Modelo de Administração
1	China	<i>Shanghai</i>	33,62	<i>Shanghai Municipal Transport and Port Authority</i>	Porto de serviço público
2	Singapura	<i>Singapura</i>	32,60	<i>Maritime and Port Authority of Singapore</i>	Porto de serviço público / <i>tool port</i>
3	China	<i>Shenzhen</i>	23,28	<i>Highway Hub Management and Control Centre</i>	Porto de serviço público
4	China	Hong Kong	22,35	<i>Hong Kong Marine Department, Harbour Building</i>	<i>Landlord</i>
5	Coreia do Sul	<i>Busan</i>	17,69	<i>Busan Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
6	China	<i>Ningbo-Zhoushan</i>	17,33	<i>Ningbo Municipal Port Administration Bureau</i>	<i>Landlord</i>
7	China	<i>Qingdao</i>	15,52	<i>Qingdao Port (Group)</i>	<i>Landlord</i>
8	China	<i>Guangzhou Harbor</i>	15,31	<i>Guangzhou Port Authorities</i>	<i>Landlord</i>
9	Emirados Árabes Unidos	<i>Jebel Ali</i>	13,64	<i>DP World</i>	<i>Landlord</i>
10	China	<i>Tianjin</i>	13,01	<i>Tianjin Port (group)</i>	<i>Landlord</i>
11	Holanda	Roterdão	11,62	<i>Port of Rotterdam Authority</i>	<i>Landlord</i>
12	China	<i>Dalian</i>	10,86	<i>Port of Dalian Group</i>	<i>Landlord</i>
13	Malásia	<i>Port Kelang</i>	10,35	<i>Klang Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
14	China	<i>Kaohsiung</i>	9,94	<i>Port of Kaohsiung, Taiwan International Ports Corp</i>	<i>Landlord</i>
15	Alemanha	Hamburgo	9,3	<i>Hamburg Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
16	Bélgica	Antuérpia	8,59	<i>Antwerp Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
17	Japão	<i>Keihin ports</i> ¹³⁴	8,37		<i>Landlord</i>
18	China	<i>Xiamen</i>	8,01	<i>Xiamen Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
19	U.S.A.	<i>Los Angeles</i>	7,87	<i>Port of Los Angeles</i>	<i>Landlord</i>
20	Malásia	<i>Tanjung Pelepas</i>	7,63	<i>Pelabuhan Tanjung Pelepas Block A</i>	<i>Landlord</i>
21	U.S.A.	<i>Long Beach</i>	6,73	<i>Port of Long Beach</i>	<i>Landlord</i>
22	Indonésia	<i>Tanjung Priok</i>	6,59	<i>JL. Palmas No.1 Pelabuhan Tanjung Priok</i>	<i>Landlord</i>
23	Tailândia	<i>Laem Chabang</i>	6,04	<i>Port Authority of Thailand</i>	<i>Landlord</i>
24	Vietname	<i>Ho Chi Minh</i>	5,96	<i>Ho Chi Minh Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
25	Alemanha	<i>Bremen</i>	5,84	<i>Bremen Ports</i>	<i>Landlord</i>
26	China	<i>Lianyungang</i>	5,49	<i>Lianyungang Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
27	U.S.A.	<i>New York - New Jersey</i>	5,47	<i>Port New York New Jersey</i>	<i>Landlord</i>
28	Japão	<i>Hanshin ports</i> ¹³⁵	5,32		<i>Landlord</i>

¹³³ Volume de movimentação de contentores (em milhões de TEUs).

¹³⁴ É um *hub port* situado na baía de Tóquio, onde estão incluídos os portos de *Yokohama*, *Kawasaki* e *Tóquio*.

¹³⁵ É um *hub port* situado na baía de *Osaka*, onde estão incluídos os portos de *Kobe*, *Osaka*, *Sakai-Semboku* e *Amatsasaki-Nishinomiya-Ashiya*.

29	China	<i>Yingkou</i>	5,30	<i>Yingkou Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
30	Arábia Saudita	<i>Jeddah</i>	4,56	<i>Jeddah Islamic Port</i>	<i>Landlord</i>
31	Espanha	<i>Algeciras Bay</i>	4,50	<i>Autoridad Portuaria de la Bahia de Algeciras</i>	<i>Landlord</i>
32	Espanha	<i>Valência</i>	4,33	<i>Departamento Comercial Autoridad Portuaria de Valencia</i>	<i>Landlord</i>
33	Sri Lanka	<i>Columbo</i>	4,31	<i>Sri Lanka Ports Authority</i>	<i>Landlord</i>
34	India	<i>Jawaharlal Nehru</i>	4,12	<i>Jawaharlal Nehru Port Trust Administration</i>	<i>Landlord</i>
35	Emirados Árabes Unidos	<i>Sharjah</i>	4,12	<i>Sharjah Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
36	Filipinas	<i>Manila</i>	3,77	<i>Philippine Ports Authority</i>	<i>Landlord</i>
37	Reino Unido	<i>Felixstowe</i>	3,74	<i>Port of Felixstowe</i>	Porto de serviço privado
38	Brasil	<i>Santos</i>	3,45	<i>Companhia Docas do Estado de São Paulo</i>	Porto de serviço público / <i>tool port</i>
39	Turquia	<i>Ambarli, Istanbul</i>	3,38	<i>Atlas (Ambarli Liman Tesisleri AS)</i>	Porto de serviço privado
40	Panamá	<i>Colon</i>	3,36	<i>Colon Container Terminal, S.A.</i>	Porto de serviço privado
41	Omã	<i>Salalah</i>	3,34	<i>Salalah Port Services Co</i>	<i>Landlord</i>
42	Panamá	<i>Balboa</i>	3,19	<i>Panama Ports Company</i>	Porto de serviço privado
43	Egipto	<i>Port Said East</i>	3,12	<i>Port Said Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
44	Itália	<i>Gioia Tauro</i>	3,09	<i>Gioia Tauro Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
45	U.S.A.	<i>Georgia Ports</i>	3,03	<i>Georgia Ports Authority</i>	<i>Landlord</i>
46	Indonésia	<i>Tanjung Perak</i>	3,02	<i>PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III</i>	<i>Landlord</i>
47	Canadá	<i>Metro Vancouver</i>	2,83	<i>Port Metro Vancouver</i>	<i>Landlord</i>
48	Malta	<i>Marsaxlokk</i>	2,75	<i>Malta Freeport Terminals</i>	<i>Landlord</i>
49	Japão	<i>Nagoya</i>	2,71	<i>Nagoya Port Authority</i>	<i>Landlord</i>
50	África do Sul	<i>Durban</i>	2,63	<i>Transnet National Port Authority</i>	<i>Landlord</i>

Anexo VII – Contratos de concessão em Portugal

Tabela 27 - Identificação das concessões no sector dos portos (UTAP, 2014)

	Sector Portuário	Concessionário	Ano	Prazo	Invest. Concessão 2001/12	Invest. Concedente 2001/12
Douro e Leixões	Terminal de Contentores de Leixões	Terminal de Contentores de Leixões SA	2000	25	31	
	Terminal de Carga a Granel de Leixões	Terminal de Carga Geral e de Graneis de Leixões SA	2001	25	30	
	Silos de Leixões	Silos de Leixões, unipessoal Lda	2007	25	2	
	Terminal Produtos Petrolíferos	Petrogal, SA	2006	25	n.d.	
	Terminal de Granéis Líquido Alimentares	E.D. & F. Man Portugal Lda	2001	15	n.d.	254
	Terminal Expedição de Cimento a Granel	SECIL - Comp. Geral de Cal e Cimento, SA	2001	15	n.d.	
	Serviço de Descarga, Venda e Expedição de Pesca	Docapesca - Portos e Lotas SA	1995	25	n.d.	
	Instalações de Apoio à Navegação de Recreio	Marina de Leixões - Associação de Clubes	1985	25	n.d.	
	Exploração Turística-Hoteleira	Dourocais - Inv. Imobiliários SA	2001	20	n.d.	
	Exploração Restaurante e Bar	Companhia de Cervejas Portuárias, SA	2000	20	n.d.	
Aveiro	Terminal Sul Aveiro	Socarpor - Soc. De Cargas Portuárias (aveiro), SA	2001	25	8	128
	Serviço de Reboque Aveiro	Tinita - Transportes e Reboques Marítimos, SA	2004	10	3	
Lisboa*	Terminal de Contentores de Alcântara	Liscont - Operadores de Contentores SA	1985	(a)	33	
	Terminal de Contentores de Santa Apolónia	Sotagus - Terminal de Contentores de Santa Apolónia,	2001	20	21	
	Terminal Multipurpose de Lisboa	Transinsular, Transportes Marítimos Insulares, SA	1995	15 (b)	-	
	Terminal Multiusos do Beato	TMB - Terminal Multiusos do Beato Op. Portuárias, SA	2000	20	5	
	Terminal Multiusos do Poço do Bispo	Empresa de Tráfego e Estiva, SA	2000	20	4	
	Terminal de Granéis Alimentares da Trafaria	SILOPOR - Empresa de Silos Portuários, SA	1995	30	4	195
	Terminal de Granéis Alimentares da Beato	SILOPOR - Empresa de Silos Portuários, SA	1995	30	3	
	Terminal de Granéis Alimentares de Palença	Sovena Oilseeds Portugal, S.A.	1995	30	87	
	Terminal do Barreiro	ATLANPORT - Sociedade de Exploração Portuária, SA	1995	30	2	
	Terminal de Granéis Líquidos do Barreiro	LBC - TANQUIPOR, S.A.	1995	30	22	
Terminal do Seixal - Baía do Tejo	Baía do Tejo, S.A.	1995	30	-		
Setúbal	Terminal Multiusos Zona 1	Tersado - Terminais Portuários do Sado, SA	2004	20	9	
	Terminal Multiusos Zona 2	Sadoport - Terminal Marítimo do Sado, SA	2004	20	12	31
	Terminal de Granéis Sólidos De Setúbal	Sapec - Terminais Portuários, SA	1995	25	6	
	Terminal de Granéis Liq. De Setúbal	Sapec - Terminais Portuários, SA	2003	25	3	
Sines	Terminal Contentores de Sines XXI	PSA Sines - Terminal de Contentores, SA	1999	30	123	
	Terminal Multipurpose de Sines	Portsines - Terminal Multipurpose de Sines, SA	1992	25	3	
	Terminal de Petróleo e Petroquímico	Petróleos de Portugal - Petrogal, SA	2003	10	177	344
	Serviço de Reboque e Amarração Sines	Reboport-Soc. Portuguesa Reboques Marítimos, SA	2002	20	16	
	Terminal de Granéis Liq. e Gestão de Resíduos	CLT - Companhia Logística de Terminais Marítimos, SA	2008	30	7	

Anexo VIII – Variáveis incorporadas no modelo (*Inputs e Output*)

Tabela 28 - Descrição das variáveis incorporadas no modelo

DMU	DMU Portos	Número total de pórticos de cais {I}	Área do terminal {I}	Comprimento do cais {I}	OPEX {I}	Movimentação de contentores{O}
		[Número]	[m ²]	[m]	[EUR]	[TEU]
1	Porto de <i>Tilbury</i>	13	780 000,00	1 630,00	21 803 512,50 €	929 000
2	Porto de <i>Belfast</i>	3	84 000,00	370,00	3 619 404,02 €	122 000
3	Porto de <i>Dublin</i>	8	290 000,00	1 485,00	33 500 747,56 €	516 872
4	Porto de <i>Gdynia</i>	9	455 000,00	1 150,00	10 917 369,42 €	729 607
5	Porto de <i>Gdansk</i>	9	575 000,00	1 200,00	5 316 222,08 €	1 177 623
6	Porto de <i>Klaipeda</i>	8	350 000,00	1 790,00	1 815 697,69 €	403 000
7	Porto de <i>Riga</i>	5	215 000,00	600,00	1 935 094,78 €	381 099
8	Porto de S. Petersburgo	22	2 330 000,00	2 258,00	11 452 233,31 €	2 515 000
9	Porto de <i>Ust-Luga</i>	4	400 000,00	440,00	4 255 259,26 €	61 570
10	Porto de Helsínquia	10	1 600 000,00	1 940,00	26 982 851,46 €	406 000
11	Porto de <i>HaminaKotka</i>	11	1 000 000,00	2 350,00	7 708 260,00 €	626 791
12	Porto de <i>Gavle</i>	2	74 000,00	360,00	3 239 496,16 €	125 000
13	Porto de Estocolmo	2	160 000,00	450,00	12 030 524,45 €	49 090
14	Porto de <i>Norrkoping</i>	2	135 000,00	320,00	10 727 868,12 €	67 875
15	Porto de Copenhaga e Malmo	5	410 000,00	1 240,00	19 010 508,51 €	159 000
16	Porto de <i>Helsingborg</i>	3	230 000,00	475,00	23 804 715,12 €	188 000
17	Porto de Gotemburgo	9	680 000,00	1 780,00	24 865 657,15 €	868 000
18	Porto de Oslo	4	106 000,00	570,00	12 474 676,29 €	202 497
19	Porto de <i>Aarhus</i>	8	750 000,00	1 300,00	11 517 111,48 €	406 000
20	Porto de <i>Duisburg</i>	6	640 000,00	1 620,00	74 993 465,99 €	2 800 000
21	Porto de <i>Bremen</i>	53	3 640 000,00	6 030,00	18 369 701,35 €	5 830 711
22	Porto de Hamburgo	81	4 350 000,00	7 670,00	256 779 392,21 €	9 302 219
23	Porto de Roterdão	125	6 752 000,00	16 980,00	110 149 116,00 €	11 621 046
24	Porto de Antuérpia	65	5 467 000,00	10 925,00	176 931 884,80 €	8 578 269
25	Porto de <i>Bruges-Zeebrugge</i>	15	960 000,00	2 000,00	32 432 006,42 €	2 026 270
26	Porto de <i>Le Havre</i>	33	2 345 000,00	5 960,00	97 139 900,00 €	2 486 000
27	Porto de <i>Rouen</i>	6	400 000,00	1 150,00	2 509 045,00 €	100 000
28	Porto de Estrasburgo	4	180 000,00	1 120,00	6 516 400,00 €	406 393

29	Porto de Marselha	13	2 350 000,00	2 070,00	10 517 980,00 €	1 099 247
30	Porto de Bilbao	8	650 000,00	1 500,00	11 895 660,00 €	606 827
31	Porto de <i>Marín</i>	2	125 000,00	490,00	925 790,81 €	30 243
32	Porto de Vigo	5	225 000,00	760,00	13 093 879,62 €	2 453 810
33	Porto de <i>Bay of Cadiz</i>	3	180 000,00	600,00	8 580 958,20 €	85 462
34	Porto de <i>Algeciras Bay</i>	27	1 020 000,00	2 940,00	33 177 570,71 €	4 349 755
35	Porto de Málaga	5	250 000,00	715,00	13 527 162,17 €	1 347 998
36	Porto de Alicante	2	95 000,00	360,00	4 449 755,33 €	1 161 556
37	Porto de Valência	38	1 815 000,00	4 460,00	68 976 719,77 €	4 327 838
38	Porto de Barcelona	26	1 490 000,00	3 250,00	26 037 693,00 €	1 722 296
39	Porto de Leixões	6	197 000,00	900,00	13 565 680,00 €	626 189
40	Porto de Lisboa	7	335 000,00	1 370,00	16 806 313,65 €	549 302
41	Porto de Sines	6	255 000,00	730,00	8 698 567,93 €	931 036
42	Porto de Génova	21	1 558 000,00	3 306,00	8 988 533,40 €	1 988 013
43	Porto de <i>La Spezia</i>	13	260 000,00	1 310,00	44 279 398,37 €	1 300 432
44	Porto de Nápoles	8	235 000,00	1 645,00	6 320 761,02 €	477 020
45	<i>Gioia Tauro Harbour</i>	22	1 500 000,00	3 400,00	12 081 406,26 €	3 087 395
46	Porto de Taranto	10	1 000 000,00	1 500,00	533 950,57 €	197 317
47	Porto de Veneza	10	420 000,00	2 250,00	7 975 000,00 €	446 428
48	Porto de <i>Koper</i>	8	270 000,00	600,00	27 463 022,91 €	600 441
49	Porto de <i>Rijeka</i>	4	145 000,00	620,00	1 388 286,00 €	169 943
50	Porto de Piraeus	31	1 080 000,00	3 170,00	74 247 561,41 €	3 160 000
51	Porto de Salonica	4	250 000,00	550,00	14 866 258,43 €	322 310
52	Porto de Malta	23	750 000,00	2 150,00	1 927 714,27 €	2 750 000
53	Porto de <i>Ravenna</i>	5	250 000,00	600,00	951 591,30 €	218 320
54	Porto de Tarragona	6	300 000,00	1 056,00	2 413 506,12 €	147 246

Anexo IX – Variáveis externas ao modelo

Tabela 29 - Características das variáveis externas ao modelo – ano de 2013

DMU	DMU Portos	Região [Geral]	Foco Mercadoria [Número]	Modelo administração [Geral]
1	Porto de <i>Tilbury</i>	Europa Ocidental	0	Porto de serviço privado
2	Porto de <i>Belfast</i>	Europa Ocidental	0	Porto de serviço privado
3	Porto de <i>Dublin</i>	Europa Ocidental	1	Porto de serviço privado
4	Porto de <i>Gdynia</i>	Europa Centro-Oriental	1	<i>Landlord</i>
5	Porto de <i>Gdansk</i>	Europa Centro-Oriental	0	<i>Toolport</i>
6	Porto de <i>Klaipeda</i>	Europa Setentrional	0	<i>Toolport</i>
7	Porto de <i>Riga</i>	Europa Setentrional	0	<i>Toolport</i>
8	Porto de S. Petersburgo	Europa Centro-Oriental	0	<i>Landlord</i>
9	Porto de <i>Ust-Luga</i>	Europa Centro-Oriental	0	<i>Landlord</i>
10	Porto de Helsínquia	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
11	Porto de <i>HaminaKotka</i>	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
12	Porto de <i>Gavle</i>	Europa Setentrional	0	Porto de serviço privado
13	Porto de Estocolmo	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
14	Porto de <i>Norrköping</i>	Europa Setentrional	0	Porto de serviço privado
15	Porto de Copenhaga e Malmo	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
16	Porto de <i>Helsingborg</i>	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
17	Porto de Gotemburgo	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
18	Porto de Oslo	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
19	Porto de <i>Aarhus</i>	Europa Setentrional	0	<i>Landlord</i>
20	Porto de <i>Duisburg</i>	Europa Ocidental	0	<i>Landlord</i>
21	Porto de <i>Bremen</i>	Europa Ocidental	1	<i>Landlord</i>
22	Porto de Hamburgo	Europa Ocidental	1	<i>Landlord</i>
23	Porto de Roterdão	Europa Ocidental	0	<i>Landlord</i>
24	Porto de Antuérpia	Europa Ocidental	1	<i>Landlord</i>
25	Porto de <i>Bruges-Zeebrugge</i>	Europa Ocidental	0	<i>Landlord</i>
26	Porto de <i>Le Havre</i>	Europa Ocidental	1	<i>Landlord</i>
27	Porto de <i>Rouen</i>	Europa Ocidental	0	<i>Landlord</i>
28	Porto de Estrasburgo	Europa Ocidental	0	<i>Toolport</i>
29	Porto de Marselha	Europa Ocidental	0	<i>Landlord</i>
30	Porto de Bilbao	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
31	Porto de <i>Marín</i>	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>

32	Porto de Vigo	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
33	Porto de <i>Bay of Cadiz</i>	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
34	Porto de <i>Algeciras Bay</i>	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
35	Porto de Málaga	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
36	Porto de Alicante	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
37	Porto de Valência	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
38	Porto de Barcelona	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
39	Porto de Leixões	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
40	Porto de Lisboa	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
41	Porto de Sines	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
42	Porto de Génova	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
43	Porto de <i>La Spezia</i>	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
44	Porto de Nápoles	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
45	<i>Gioia Tauro Harbour</i>	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
46	Porto de Taranto	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
47	Porto de Veneza	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
48	Porto de <i>Koper</i>	Europa Centro-Oriental	0	<i>Toolport</i>
49	Porto de <i>Rijeka</i>	Europa Centro-Oriental	0	<i>Landlord</i>
50	Porto de Piraeus	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
51	Porto de Salonica	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
52	Porto de Malta	Europa Meridional	1	<i>Landlord</i>
53	Porto de <i>Ravenna</i>	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>
54	Porto de Tarragona	Europa Meridional	0	<i>Landlord</i>

Anexo X – Resultado de eficiência DEA

Tabela 30 - Resultado do modelo aplicado

DMU	País	DMU Nome	CRS		VRS			Returns to Scale
			Pontuação	Benchmarks	Pontuação	Benchmarks		
1	Inglaterra	Porto de <i>Tilbury</i>	566,20%	32 (0,45) 36 (3,58)	342,40%	24 (0,01) 32 (0,64) 34 (0,35)	DRS	
2	Irlanda do Norte	Porto de <i>Belfast</i>	791,91%	36 (0,81) 52 (0,01)	426,99%	12 (0,58) 31 (0,04) 36 (0,39)	IRS	
3	Irlanda	Porto de <i>Dublin</i>	686,01%	36 (3,05)	504,73%	32 (0,92) 34 (0,08)	DRS	
4	Polónia	Porto de <i>Gdynia</i>	431,80%	36 (2,40) 52 (0,13)	351,76%	21 (0,02) 32 (0,78) 52 (0,20)	DRS	
5	Polónia	Porto de <i>Gdansk</i>	170,51%	36 (1,08) 52 (0,28)	157,64%	32 (0,18) 36 (0,53) 52 (0,29)	DRS	
6	Lituânia	Porto de <i>Klaipeda</i>	285,97%	36 (0,28) 52 (0,30)	234,25%	31 (0,56) 36 (0,18) 52 (0,26)	IRS	
7	Letónia	Porto de Riga	242,56%	36 (0,35) 52 (0,19)	150,70%	31 (0,16) 36 (0,27) 52 (0,05) 53 (0,52)	IRS	
8	Rússia	Porto de S. Petersburgo	178,52%	36 (2,28) 52 (0,67)	129,82%	21 (0,22) 32 (0,53) 52 (0,25)	DRS	
9	Rússia	Porto de <i>Ust-Luga</i>	1979,30%	36 (0,94) 52 (0,05)	1953,27%	36 (0,93) 52 (0,04) 53 (0,03)	IRS	
10	Finlândia	Porto de Helsínquia	1430,49%	36 (5,00)	739,97%	24 (0,08) 32 (0,89) 34 (0,03)	DRS	
11	Finlândia	Porto de <i>HaminaKotka</i>	434,96%	36 (1,59) 52 (0,32)	372,10%	32 (0,48) 36 (0,17) 52 (0,35)	DRS	
12	Suécia	Porto de <i>Gavle</i>	688,77%	36 (0,73) 52 (0,01)	100,00%		12 IRS	
13	Suécia	Porto de Estocolmo	2366,18%	36 (1,00)	2366,18%	36 (1,00)	CRS	
14	Suécia	Porto de <i>Norrkoping</i>	1522,19%	32 (0,42)	100,00%		14 IRS	
15	Dinamarca	Porto de Copenhaga e Malmo	1643,71%	36 (2,25)	1543,28%	32 (1,00)	DRS	
16	Suécia	Porto de <i>Helsingborg</i>	815,76%	32 (0,62)	815,47%	32 (0,29) 36 (0,71)	IRS	
17	Suécia	Porto de Gotemburgo	602,19%	36 (4,50)	335,04%	24 (0,07) 32 (0,92) 34 (0,01)	DRS	
18	Noruega	Porto de Oslo	640,04%	36 (1,12)	627,61%	32 (0,08) 36 (0,92)	DRS	
19	Dinamarca	Porto de <i>Aarhus</i>	811,09%	36 (2,53) 52 (0,13)	628,12%	21 (0,02) 32 (0,84) 52 (0,15)	DRS	
20	Alemanha	Porto de <i>Duisburg</i>	124,45%	36 (3,00)	100,00%		20 DRS	
21	Alemanha	Porto de <i>Bremen</i>	160,14%	36 (3,25) 52 (2,02)	100,00%		21 DRS	
22	Alemanha	Porto de Hamburgo	266,22%	32 (10,09)	100,00%		22 DRS	
23	Holanda	Porto de Roterdão	313,37%	36 (23,28) 52 (3,41)	100,00%		23 DRS	
24	Bélgica	Porto de Antuérpia	411,14%	32 (11,32) 36 (6,44)	100,00%		24 DRS	
25	Bélgica	Porto de <i>Bruges-Zeebrugge</i>	318,64%	32 (2,08) 36 (1,16)	168,06%	22 (0,02) 24 (0,05) 32 (0,68) 34 (0,25)	DRS	
26	França	Porto de <i>Le Havre</i>	770,94%	36 (16,50)	211,81%	20 (0,33) 22 (0,03) 24 (0,31) 34 (0,34)	DRS	
27	França	Porto de <i>Rouen</i>	1149,54%	36 (0,47) 52 (0,22)	995,30%	31 (0,41) 36 (0,40) 52 (0,19)	IRS	
28	França	Porto de Estrasburgo	445,32%	36 (1,44) 52 (0,05)	393,06%	32 (0,26) 36 (0,68) 52 (0,06)	DRS	

29	França	Porto de Marselha	326,16%	36 (2,20) 52 (0,37)	253,10%	21 (0,07) 32 (0,66) 52 (0,27)	DRS
30	Espanha	Porto de Bilbao	547,74%	36 (2,63) 52 (0,10)	419,88%	21 (0,02) 32 (0,87) 52 (0,12)	DRS
31	Espanha	Porto de <i>Marín</i>	1330,72%	36 (0,18) 52 (0,07)	100,00%	31	IRS
32	Espanha	Porto de Vigo	100,00%	32	100,00%	32	CRS
33	Espanha	Porto de <i>Bay of Cadiz</i>	2038,72%	36 (1,50)	1963,98%	32 (0,40) 36 (0,60)	DRS
34	Espanha	Porto de <i>Algeciras Bay</i>	205,73%	36 (7,40) 52 (0,13)	100,00%	34	DRS
35	Espanha	Porto de Málaga	171,26%	32 (0,94)	171,25%	32 (0,89) 36 (0,11)	IRS
36	Espanha	Porto de Alicante	100,00%	36	100,00%	36	CRS
37	Espanha	Porto de Valência	332,65%	32 (3,74) 36 (4,49)	123,79%	22 (0,11) 23 (0,03) 24 (0,06) 34 (0,80)	DRS
38	Espanha	Porto de Barcelona	469,45%	36 (5,60) 52 (0,57)	240,89%	21 (0,16) 32 (0,23) 34 (0,60)	DRS
39	Portugal	Porto de Leixões	384,66%	36 (2,07)	347,42%	32 (0,78) 36 (0,22)	DRS
40	Portugal	Porto de Lisboa	740,11%	36 (3,50)	486,68%	20 (0,01) 24 (0,01) 32 (0,88) 34 (0,10)	DRS
41	Portugal	Porto de Sines	247,06%	36 (1,95) 52 (0,01)	212,18%	32 (0,52) 36 (0,39) 52 (0,09)	DRS
42	Itália	Porto de Génova	204,62%	36 (1,69) 52 (0,77)	158,88%	21 (0,17) 32 (0,38) 52 (0,45)	DRS
43	Itália	Porto de <i>La Spezia</i>	244,46%	36 (2,74)	195,11%	32 (0,96) 34 (0,04)	DRS
44	Itália	Porto de Nápoles	412,37%	36 (1,36) 52 (0,14)	368,65%	32 (0,26) 36 (0,58) 52 (0,16)	DRS
45	Itália	<i>Gioia Tauro Harbour</i>	156,63%	36 (2,39) 52 (0,75)	111,84%	21 (0,28) 32 (0,50) 52 (0,22)	DRS
46	Itália	Porto de Taranto	386,03%	52 (0,28)	100,00%	46	IRS
47	Itália	Porto de Veneza	600,83%	36 (1,68) 52 (0,27)	509,54%	32 (0,49) 36 (0,21) 52 (0,30)	DRS
48	Eslovenia	Porto de <i>Koper</i>	322,63%	32 (0,79)	322,58%	32 (0,60) 36 (0,40)	IRS
49	Croácia	Porto de <i>Rijeka</i>	414,90%	36 (0,25) 52 (0,15)	158,48%	31 (0,84) 36 (0,12) 52 (0,04)	IRS
50	Grécia	Porto de Piraeus	323,89%	32 (4,17)	140,47%	22 (0,02) 34 (0,98)	DRS
51	Grécia	Porto de Salonica	550,96%	32 (0,72)	550,83%	32 (0,47) 36 (0,53)	IRS
52	Malta	Porto de Malta	100,00%	52	100,00%	52	CRS
53	Itália	Porto de <i>Ravenna</i>	303,13%	36 (0,13) 52 (0,18)	100,00%	53	IRS
54	Espanha	Porto de Tarragona	732,25%	36 (0,46) 52 (0,20)	616,34%	31 (0,46) 36 (0,37) 52 (0,17)	IRS

Anexo XI – Slacks DEACC_RTabela 31 - Análise de slacks DEACC_R

DMU	DMU Nome	Pontuação	Benchmarks	Número total	Área do	Comprimento	OPEX	Movimentação
				de pórticos de cais I.S.	terminal I.S.	do cais I.S.	I.S.	de contentores O.S.
1	Porto de <i>Tilbury</i>	566,20%	32 (0,45) 36 (3,58)	3,82	338920,37	0	0,26	0
2	Porto de <i>Belfast</i>	791,91%	36 (0,81) 52 (0,01)	1,16	0	58,25	0,01	0
3	Porto de <i>Dublin</i>	686,01%	36 (3,05)	1,39	0	386,05	19917283,91	0
4	Porto de <i>Gdynia</i>	431,80%	36 (2,40) 52 (0,13)	1,13	127095,66	0	0	0
5	Porto de <i>Gdansk</i>	170,51%	36 (1,08) 52 (0,28)	0	265806,18	219,39	0	0
6	Porto de <i>Klaipeda</i>	285,97%	36 (0,28) 52 (0,30)	0	97178,42	1040,94	0	0
7	Porto de <i>Riga</i>	242,56%	36 (0,35) 52 (0,19)	0	41412,41	71,35	0	0
8	Porto de <i>S. Petersburgo</i>	178,52%	36 (2,28) 52 (0,67)	1,57	1612185,89	0	0	0
9	Porto de <i>Ust-Luga</i>	1979,30%	36 (0,94) 52 (0,05)	1,02	275120,26	0	0	0
10	Porto de <i>Helsinki</i>	1430,49%	36 (5,00)	0	1125000	140	4734074,59	0
11	Porto de <i>HaminaKotka</i>	434,96%	36 (1,59) 52 (0,32)	0	610117,8	1092,55	0	0
12	Porto de <i>Gavle</i>	688,77%	36 (0,73) 52 (0,01)	0,39	0	84,3	0	0
13	Porto de <i>Estocolmo</i>	2366,18%	36 (1,00)	0	65000	90	7580769,12	0
14	Porto de <i>Norrkoping</i>	1522,19%	32 (0,42)	0,11	40263,16	0	5214655,71	0
15	Porto de <i>Copenhaga e Malmo</i>	1643,71%	36 (2,25)	0	196250	430	8998559	0
16	Porto de <i>Helsingborg</i>	815,76%	32 (0,62)	0,19	89375,01	0	15621042,34	0
17	Porto de <i>Gotemburgo</i>	602,19%	36 (4,50)	0	252500	160	4841757,8	0
18	Porto de <i>Oslo</i>	640,04%	36 (1,12)	1,77	0	168,32	7509686,13	0
19	Porto de <i>Aarhus</i>	811,09%	36 (2,53) 52 (0,13)	0	413691,28	113,86	0	0
20	Porto de <i>Duisburg</i>	124,45%	36 (3,00)	0	355000	540	61644199,99	0
21	Porto de <i>Bremen</i>	160,14%	36 (3,25) 52 (2,02)	0	1814871,5	512,83	0	0
22	Porto de <i>Hamburgo</i>	266,22%	32 (10,09)	35,59	2079286,91	0	124636185,6	0
23	Porto de <i>Roterdão</i>	313,37%	36 (23,28) 52 (3,41)	0	1982681,91	1267,39	0,01	0
24	Porto de <i>Antuérpia</i>	411,14%	32 (11,32) 36 (6,44)	0,66	2307235,19	0	488,55	0
25	Porto de <i>Bruges-Zeebrugge</i>	318,64%	32 (2,08) 36 (1,16)	3,31	381277,18	0	18,71	0

26	Porto de <i>Le Havre</i>	770,94%	36 (16,50)	0	777500	20	23718936,96	0
27	Porto de <i>Rouen</i>	1149,54%	36 (0,47) 52 (0,22)	0	190394,77	508,06	0	0
28	Porto de <i>Estrasburgo</i>	445,32%	36 (1,44) 52 (0,05)	0	6574,7	496,3	0,01	0
29	Porto de <i>Marselha</i>	326,16%	36 (2,20) 52 (0,37)	0	1860511,52	473,77	0	0
30	Porto de <i>Bilbao</i>	547,74%	36 (2,63) 52 (0,10)	0	327071,32	343,6	0	0
31	Porto de <i>Marín</i>	1330,72%	36 (0,18) 52 (0,07)	0	54509,51	272,41	0	0
32	Porto de <i>Vigo</i>	100,00%	32					
33	Porto de <i>Bay of Cadiz</i>	2038,72%	36 (1,50)	0	37500	60	1906324,18	0
34	Porto de <i>Algeciras Bay</i>	205,73%	36 (7,40) 52 (0,13)	9,25	220735,12	0	0,15	0
35	Porto de <i>Málaga</i>	171,26%	32 (0,94)	0,77	38322,38	0	1208579,58	0
36	Porto de <i>Alicante</i>	100,00%	36					
37	Porto de <i>Valência</i>	332,65%	32 (3,74) 36 (4,49)	12,18	546558,18	0	1,34	0
38	Porto de <i>Barcelona</i>	469,45%	36 (5,60) 52 (0,57)	1,6	527628,58	0	0	0
39	Porto de <i>Leixões</i>	384,66%	36 (2,07)	1,85	0	153,47	4338292,61	0
40	Porto de <i>Lisboa</i>	740,11%	36 (3,50)	0	2500	110	1232169,86	0
41	Porto de <i>Sines</i>	247,06%	36 (1,95) 52 (0,01)	1,8	59956,18	0	0	0
42	Porto de <i>Génova</i>	204,62%	36 (1,69) 52 (0,77)	0	822942,86	1050,85	0	0
43	Porto de <i>La Spezia</i>	244,46%	36 (2,74)	7,53	0	324,74	32101120,62	0
44	Porto de <i>Nápoles</i>	412,37%	36 (1,36) 52 (0,14)	2,03	0	852,17	0	0
45	<i>Gioia Tauro Harbour</i>	156,63%	36 (2,39) 52 (0,75)	0	711405,86	929,77	0,01	0
46	Porto de <i>Taranto</i>	386,03%	52 (0,28)	3,63	792260,23	904,48	0	0
47	Porto de <i>Veneza</i>	600,83%	36 (1,68) 52 (0,27)	0	60288,36	1071,86	0	0
48	Porto de <i>Koper</i>	322,63%	32 (0,79)	4,45	92369,42	0	17125901,46	0
49	Porto de <i>Rijeka</i>	414,90%	36 (0,25) 52 (0,15)	0	7241,28	203,53	0	0
50	Porto de <i>Piraeus</i>	323,89%	32 (4,17)	12,23	141514,91	0	19632580,94	0
51	Porto de <i>Salonica</i>	550,96%	32 (0,72)	0,74	87171,07	0	5390426,65	0
52	Porto de <i>Malta</i>	100,00%	52					
53	Porto de <i>Ravenna</i>	303,13%	36 (0,13) 52 (0,18)	0	99265,66	156,13	0	0
54	Porto de <i>Tarragona</i>	732,25%	36 (0,46) 52 (0,20)	0	107072,13	462,97	0	0

Anexo XII – Slacks DEABCC

Tabela 32 - Análise slacks DEABCC

DMU	DMU Nome	Pontuação	Benchmarks	Número total de pórticos de cais I.S.	Área do terminal I.S.	Comprimento do cais I.S.	OPEX I.S.	Movimentação de contentores O.S.
1	Porto de Tilbury	342,40%	24 (0,01) 32 (0,64) 34 (0,35)	0	222890,48	2,15	2,31	0
2	Porto de Belfast	426,99%	12 (0,58) 31 (0,04) 36 (0,39)	1	0	5,14	0	0
3	Porto de Dublin	504,73%	32 (0,92) 34 (0,08)	1,16	0	546,76	18764801,84	0
4	Porto de Gdynia	351,76%	21 (0,02) 32 (0,78) 52 (0,20)	0	70458,07	26,5	0	0
5	Porto de Gdansk	157,64%	32 (0,18) 36 (0,53) 52 (0,29)	0	267681,76	251,53	0	0
6	Porto de Klaipeda	234,25%	31 (0,56) 36 (0,18) 52 (0,26)	0	66651,5	888,39	0	0
7	Porto de Riga	150,70%	31 (0,16) 36 (0,27) 52 (0,05) 53 (0,52)	0,59	0,01	0	0	0
8	Porto de S. Petersburgo	129,82%	21 (0,22) 32 (0,53) 52 (0,25)	1,79	1228273,42	0	0,01	0
9	Porto de Ust-Luga	1953,27%	36 (0,93) 52 (0,04) 53 (0,03)	1,07	273987,71	0	0	0
10	Porto de Helsínquia	739,97%	24 (0,08) 32 (0,89) 34 (0,03)	0	926459,07	292,78	0,02	0
11	Porto de HaminaKotka	372,10%	32 (0,48) 36 (0,17) 52 (0,35)	0	614990,75	1176,05	0	0
12	Porto de Gavle	100,00%		12				
13	Porto de Estocolmo	2366,18%	36 (1,00)	0	65000	90	7580769,11	0
14	Porto de Norrkoping	100,00%		14				
15	Porto de Copenhaga e Malmo	1543,28%	32 (1,00)	0	185000	480	5916628,74	0
16	Porto de Helsingborg	815,47%	32 (0,29) 36 (0,71)	0,28	97625	0	16869774,05	0
17	Porto de Gotemburgo	335,04%	24 (0,07) 32 (0,92) 34 (0,01)	0	76459,69	277,99	0,1	0
18	Porto de Oslo	627,61%	32 (0,08) 36 (0,92)	1,79	0	176,15	7293495,06	0
19	Porto de Aarhus	628,12%	21 (0,02) 32 (0,84) 52 (0,15)	0	394062,71	251,81	0	0
20	Porto de Duisburg	100,00%		20				
21	Porto de Bremen	100,00%		21				
22	Porto de Hamburgo	100,00%		22				
23	Porto de Roterdão	100,00%		23				
24	Porto de Antuérpia	100,00%		24				
25	Porto de Bruges-Zeebrugge	168,06%	22 (0,02) 24 (0,05) 32 (0,68) 34 (0,25)	0	163301,49	0	2,76	0

26	Porto de <i>Le Havre</i>	211,81%	20 (0,33) 22 (0,03) 24 (0,31) 34 (0,34)	0	0	886,64	26,22	0
27	Porto de <i>Rouen</i>	995,30%	31 (0,41) 36 (0,40) 52 (0,19)	0	167806,17	395,18	0	0
28	Porto de <i>Estrasburgo</i>	393,06%	32 (0,26) 36 (0,68) 52 (0,06)	0	9201,6	541,32	0,01	0
29	Porto de <i>Marselha</i>	253,10%	21 (0,07) 32 (0,66) 52 (0,27)	0	1733050,43	551,13	0	0
30	Porto de <i>Bilbao</i>	419,88%	21 (0,02) 32 (0,87) 52 (0,12)	0	303722,51	485,77	0	0
31	Porto de <i>Marín</i>	100,00%	31					
32	Porto de <i>Vigo</i>	100,00%	32					
33	Porto de <i>Bay of Cadiz</i>	1963,98%	32 (0,40) 36 (0,60)	0	33000	80	673553,15	0
34	Porto de <i>Algeciras Bay</i>	100,00%	34					
35	Porto de <i>Málaga</i>	171,25%	32 (0,89) 36 (0,11)	0,78	39625	0	1405746,41	0
36	Porto de <i>Alicante</i>	100,00%	36					
37	Porto de <i>Valência</i>	123,79%	22 (0,11) 23 (0,03) 24 (0,06) 34 (0,80)	0	0	130,12	15,59	0
38	Porto de <i>Barcelona</i>	240,89%	21 (0,16) 32 (0,23) 34 (0,60)	0	225746,47	313,07	0,01	0
39	Porto de <i>Leixões</i>	347,42%	32 (0,78) 36 (0,22)	2,04	0	226,15	2333611,89	0
40	Porto de <i>Lisboa</i>	486,68%	20 (0,01) 24 (0,01) 32 (0,88) 34 (0,10)	0	0,07	334,43	0,89	0
41	Porto de <i>Sines</i>	212,18%	32 (0,52) 36 (0,39) 52 (0,09)	0,8	33088,88	0	0,01	0
42	Porto de <i>Génova</i>	158,88%	21 (0,17) 32 (0,38) 52 (0,45)	0	519349,62	1030,79	0,01	0
43	Porto de <i>La Spezia</i>	195,11%	32 (0,96) 34 (0,04)	7,51	0	454,03	30301330,77	0
44	Porto de <i>Nápoles</i>	368,65%	32 (0,26) 36 (0,58) 52 (0,16)	1,95	0	890,62	0	0
45	<i>Gioia Tauro Harbour</i>	111,84%	21 (0,28) 32 (0,50) 52 (0,22)	0	214854,94	875,69	0,02	0
46	Porto de <i>Taranto</i>	100,00%	46					
47	Porto de <i>Veneza</i>	509,54%	32 (0,49) 36 (0,21) 52 (0,30)	0	65328,3	1158,23	0	0
48	Porto de <i>Koper</i>	322,58%	32 (0,60) 36 (0,40)	4,5	97000	0	17826793,01	0
49	Porto de <i>Rijeka</i>	158,48%	31 (0,84) 36 (0,12) 52 (0,04)	1,21	0	82,94	0	0
50	Porto de <i>Piraeus</i>	140,47%	22 (0,02) 34 (0,98)	3,03	0	144,77	37041140,22	0
51	Porto de <i>Salonica</i>	550,83%	32 (0,47) 36 (0,53)	0,81	93250	0	6310544,06	0
52	Porto de <i>Malta</i>	100,00%	52					
53	Porto de <i>Ravenna</i>	100,00%	53					
54	Porto de <i>Tarragona</i>	616,34%	31 (0,46) 36 (0,37) 52 (0,17)	0	82076,87	338,06	0	0

Anexo XIII – *Efficient targets* para o modelo DEABCC (orientação output)

Tabela 33 – *Efficient targets* para o modelo DEABCC

DMU	DMU Nomes	Número total de pórticos de cais	Área do terminal	Comprimento do cais	OPEX	Movimentação de contentores
1	Porto de <i>Tilbury</i>	13,00	1 002 890,48	1 632,15	21 803 514,81	929 000,00
2	Porto de <i>Belfast</i>	4,00	84 000,00	375,14	3 619 404,02	122 000,00
3	Porto de <i>Dublin</i>	8,66	290 000,00	2 031,76	52 265 549,40	516 872,00
4	Porto de <i>Gdynia</i>	9,00	525 458,07	1 176,50	10 917 369,42	729 607,00
5	Porto de <i>Gdansk</i>	8,50	842 681,76	1 451,53	5 316 222,08	1 177 623,00
6	Porto de <i>Klaipeda</i>	7,50	416 651,50	2 678,39	1 815 697,69	403 000,00
7	Porto de <i>Riga</i>	5,59	215 000,01	600,00	1 935 094,78	381 099,00
8	Porto de S. Petersburgo	23,29	3 558 273,42	2 258,00	11 452 233,32	2 515 000,00
9	Porto de <i>Ust-Luga</i>	5,07	673 987,71	440,00	4 255 259,26	61 570,00
10	Porto de Helsínquia	10,00	2 526 459,07	2 232,78	26 982 851,48	406 000,00
11	Porto de <i>HaminaKotka</i>	10,50	1 614 990,75	3 526,05	7 708 260,00	626 791,00
12	Porto de <i>Gavle</i>	2,00	74 000,00	360,00	3 239 496,16	125 000,00
13	Porto de Estocolmo	2,00	225 000,00	540,00	19 611 293,56	49 090,00
14	Porto de <i>Norrkoping</i>	2,00	135 000,00	320,00	10 727 868,12	67 875,00
15	Porto de Copenhaga e Malmo	4,50	595 000,00	1 720,00	24 927 137,25	159 000,00
16	Porto de <i>Helsingborg</i>	3,28	327 625,00	475,00	40 674 489,17	188 000,00
17	Porto de Gotemburgo	9,00	756 459,69	2 057,99	24 865 657,25	868 000,00
18	Porto de Oslo	5,79	106 000,00	746,15	19 768 171,35	202 497,00
19	Porto de <i>Aarhus</i>	8,00	1 144 062,71	1 551,81	11 517 111,48	406 000,00
20	Porto de <i>Duisburg</i>	6,00	640 000,00	1 620,00	74 993 465,99	2 800 000,00
21	Porto de <i>Bremen</i>	53,00	3 640 000,00	6 030,00	18 369 701,35	5 830 711,00
22	Porto de Hamburgo	81,00	4 350 000,00	7 670,00	256 779 392,21	9 302 219,00
23	Porto de Roterdão	125,00	6 752 000,00	16 980,00	110 149 116,00	11 621 046,00
24	Porto de Antuérpia	64,50	5 467 000,00	10 925,00	176 931 884,80	8 578 269,00
25	Porto de <i>Bruges-Zeebrugge</i>	15,00	1 123 301,49	2 000,00	32 432 009,18	2 026 270,00
26	Porto de <i>Le Havre</i>	33,00	2 345 000,00	6 846,64	97 139 926,22	2 486 000,00
27	Porto de <i>Rouen</i>	6,00	567 806,17	1 545,18	2 509 045,00	100 000,00
28	Porto de Estrasburgo	4,00	189 201,60	1 661,32	6 516 400,01	406 393,00
29	Porto de Marselha	13,00	4 083 050,43	2 621,13	10 517 980,00	1 099 247,00

30	Porto de Bilbao	7,50	953 722,51	1 985,77	11 895 660,00	606 827,00
31	Porto de <i>Marín</i>	2,00	125 000,00	490,00	925 790,81	30 243,00
32	Porto de Vigo	4,50	225 000,00	760,00	13 093 879,62	2 453 810,00
33	Porto de <i>Bay of Cadiz</i>	3,00	213 000,00	680,00	9 254 511,35	85 462,00
34	Porto de <i>Algeciras Bay</i>	27,00	1 020 000,00	2 940,00	33 177 570,71	4 349 755,00
35	Porto de Málaga	5,78	289 625,00	715,00	14 932 908,58	1 347 998,00
36	Porto de Alicante	2,00	95 000,00	360,00	4 449 755,33	1 161 556,00
37	Porto de Valência	38,00	1 815 000,00	4 590,12	68 976 735,36	4 327 838,00
38	Porto de Barcelona	26,00	1 715 746,47	3 563,07	26 037 693,01	1 722 296,00
39	Porto de Leixões	8,04	197 000,00	1 126,15	15 899 291,89	626 189,00
40	Porto de Lisboa	7,00	335 000,07	1 704,43	16 806 314,54	549 302,00
41	Porto de Sines	6,80	288 088,88	730,00	8 698 567,94	931 036,00
42	Porto de Génova	21,00	2 077 349,62	4 336,79	8 988 533,41	1 988 013,00
43	Porto de <i>La Spezia</i>	20,51	260 000,00	1 764,03	74 580 729,14	1 300 432,00
44	Porto de Nápoles	9,95	235 000,00	2 535,62	6 320 761,02	477 020,00
45	<i>Gioia Tauro Harbour</i>	22,00	1 714 854,94	4 275,69	12 081 406,28	3 087 395,00
46	Porto de Taranto	10,00	1 000 000,00	1 500,00	533 950,57	197 317,00
47	Porto de Veneza	9,50	485 328,30	3 408,23	7 975 000,00	446 428,00
48	Porto de <i>Koper</i>	12,50	367 000,00	600,00	45 289 815,92	600 441,00
49	Porto de <i>Rijeka</i>	5,21	145 000,00	702,94	1 388 286,00	169 943,00
50	Porto de Piraeus	34,03	1 080 000,00	3 314,77	111 288 701,63	3 160 000,00
51	Porto de Salonica	4,81	343 250,00	550,00	21 176 802,49	322 310,00
52	Porto de Malta	23,00	750 000,00	2 150,00	1 927 714,27	2 750 000,00
53	Porto de <i>Ravenna</i>	4,50	250 000,00	600,00	951 591,30	218 320,00
54	Porto de Tarragona	5,50	382 076,87	1 394,06	2 413 506,12	147 246,00